This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

LANE MEDICAL LIBRARY STANFORD
2 45 0380 8751

Synopsis

der

drei Naturreiche.

Ein

Handbuch für höhere Lehranstalten

und für Alle,

welche sich wissenschaftlich mit Naturgeschichte beschäftigen und sich zugleich auf die zweckmäßigste Weise das **Selbstbestimmen** der Naturkörper erleichtern wollen.

Mit vorzüglicher Berücksichtigung
der nützlichen und schädlichen Naturkörper Deutschlands, sowie
der wichtigsten vorweltlichen Thiere und Pflanzen.

Herausgegeben
von

Johannes Leunis und Ferdinand Senft.

Dritter Theil.

Zweite Abtheilung: Geognosie.

Erste Hälfte: **Atmosphäro-, Hydro- und Petrographie.**

Mit 122 Holzschnitten.

Hannover.
Hahn'sche Buchhandlung.

1876.

60284

Hofbuchdruckerei der Gebr. Jänecke in Hannover.

LANE LIBRARY

Synopsis

der

Mineralogie und Geognosie.

Ein

Handbuch für höhere Lehranstalten

und für Alle,

welche sich wissenschaftlich mit der Naturgeschichte der Mineralien beschäftigen wollen.

Bearbeitet

von

Hofrath Dr. Ferdinand Senft,

Professor der Naturwissenschaften an der Forstakademie zu Eisenach,
Ritter des Großherzogl. Sächs. weißen Falkenordens I. Cl.,
wirkliches oder auswärtiges Mitglied der Kaiserl. C. Leop. deutschen Akademie der Naturforscher, der Kaiserl. Russ. Societät der Naturforscher zu Moskau, der Royal geological Society of London, der Kaiserl. Königl. geologischen Reichsanstalt zu Wien, der mineralogischen Gesellschaft zu Jena, der naturforschenden Gesellschaft Isis zu Dresden ꝛc.

Zweite Abtheilung: Geognosie.

Erste Hälfte: **Atmosphäro-, Hydro- und Petrographie.**

Mit 122 Holzschnitten.

Hannover.

Hahn'sche Buchhandlung.

1876.

60284

Hofbuchdruckerei der Gebr. Jänecke in Hannover.

LANE LIBRARY

28
55
76
3 Bd. 2

Vorwort.

Der Erdkörper hat eine dreifache Rinde oder Hülle, — eine feste, welche aus Gesteinsmassen besteht und sein Inneres von der Außenwelt abschließt, eine tropfbar-flüssige, welche wohl ehedem ein zusammenhängendes Ganze bildete, aber gegenwärtig von den festen Bestandesmassen der unter ihr lagernden eigentlichen Erdrinde mannichfach unterbrochen erscheint, und eine luftförmige, welche die eben genannten beiden Hüllen und überhaupt den ganzen Erdkörper umfluthet. Von diesen drei Arten der Erdhülle ist nun zwar die aus festen Gesteinsmassen bestehende, den Erdkörper unmittelbar und eng umschließende, Rinde in der Regel der alleinige Gegenstand, welchen die Geognosie oder Erdrindenlehre untersucht und beschreibt; da aber alle Erscheinungen und alle Veränderungen, welche an dieser eigentlichen Erdrinde von jeher vor sich gegangen sind und auch immer vor sich gehen werden, durch den Einfluß der sie umschließenden Hüllen des Wassers und der Luft hervorgerufen werden, so ist es nothwendig, bei der Naturbeschreibung der festen Erdrinde auch diese beiden Hüllen wenigstens insoweit zu betrachten, als sie verändernd auf die Massen der eigentlichen Erdrinde einwirken. Aus diesem Grunde ist in dem vorliegenden Lehrbuche der Geognosie der Beschreibung der eigentlichen Erdrinde eine kurze Betrachtung der Luft- und Wasserhülle vorausgeschickt worden. Zugleich aber wurden bei dieser Betrachtung auch die Erscheinungen und Veränderungen,

welche durch Luft und Wasser in und auf der Feste des Erdkörpers hervorgebracht werden, ausführlicher beschrieben, weil eben diese Erscheinungen und Veränderungen, welche noch in der Gegenwart — und oft sogar unter unseren Augen — hervorgerufen werden, allein uns lehren können, auf welche Weise überhaupt die ganze Erdrinde entstanden und sich nach und nach so entwickelt hat, wie sie uns jetzt entgegentritt; denn es ist wohl die Annahme sehr wahrscheinlich, daß dieselben Agentien und Potenzen, welche noch gegenwärtig verändernd auf die Massen des Erdkörpers einwirken, auch von jeher in ähnlicher, wenn nicht ganz gleicher, Weise auf diese Massen eingewirkt haben. Aus diesem Grunde wurden zugleich bei der Betrachtung der Luft- und Wasserhülle des Erdkörpers die Erosionsgebilde des Wassers, die Landbildungen durch Korallen, die Moor-, Torf- und Kohlenbildungen, die Limonit- oder Moorerzgebilde, die Dünen- und Wüstenbildungen, die Erzeugnisse des ewigen Schnees und Eises, die vulcanischen Erscheinungen und Erdbeben näher untersucht und beschrieben.

Nachdem auf diese Weise die Veränderungen und Neuschöpfungen, welche namentlich durch das Wasser erzeugt werden, untersucht worden waren, konnte zur Betrachtung der festen Erdrinde selbst übergegangen werden. An dieser war aber nun wieder zweierlei ins Auge zu fassen, nemlich

1) das Baumaterial derselben nach seinem Bestande, seiner muthmaßlichen Entstehung und Entwickelungsweise, seinen durch Luft, Wasser und Vulcanität herbeigeführten Veränderungen und seinen Ablagerungsorten, und
2) die Verbindungsweise der einzelnen Arten dieses Materiales zum ganzen Baue der Erdrinde, sowie die Art und Weise, in welcher sich im Verlaufe der Zeiten vom Anbeginne an bis zur Gegenwart dieser Bau so entwickelt hat, wie er gegenwärtig noch besteht.

Die erste dieser Aufgaben sucht die Gesteinslehre oder Petrographie, die zweite dagegen die Formationenlehre zu lösen.

So zerfällt also das Gebiet der Geognosie in zwei Abschnitte, nemlich

I. in die Lehre von der Natur der Massen, aus denen die Hüllen des Erdkörpers gegenwärtig bestehen (— Atmosphärographie, Hydrographie und Petrographie —) und

II. in die Lehre von der Entwickelung und dem Baue der Erdrinde (— Formationenlehre —).

Von diesen beiden Abschnitten giebt nun der gegenwärtige vollendet vorliegende Band den ersten Abschnitt. Für ihn bemerke ich nur hier noch, daß ich zwar, wie das am Schlusse des ganzes Werkes zusammengestellte Literatur-Verzeichniß zeigen wird, alle in der neueren Zeit erschienenen größeren Werke und Abhandlungen benutzt habe, aber zugleich auch meinen, seit vierzig Jahren gemachten und vielfach wiederholten, Beobachtungen und Erfahrungen gefolgt bin. Sollte ich in diesen letzteren geirrt haben, so nehme ich gern jede, mir freundlich ertheilte und sich auf wirkliche, unbefangene Naturbeobachtungen stützende, Aufklärung und Zurechtweisung an.

Möge nun das Publikum meine mühevolle Arbeit gütig aufnehmen und vorurtheilsfrei und milde beurtheilen, dabei aber auch den Schiller'schen Wahlspruch:

„Irrthum verläßt uns nie, doch führt ein höher Bedürfniß
„Leise den strebenden Geist vorwärts zur Wahrheit hinan"

im Auge behalten.

Eisenach, am 30. October 1876.

Dr. Fenst.

Inhaltsverzeichniß.

§. Seite

Einleitung.

1. Begriff und Unterscheidung von Geographie, Geognosie und Geologie 1
2. Hülfswissenschaften und Aufgabe der Geognosie 2
3. Theile der Geognosie 3

A.
Die Hüllen des Erdkörpers.

I. Die Atmosphäre.

4. Ihre Zugehörigkeit zur Geognosie 5
5. Physische Eigenschaften der Atmosphäre 5
6. Gestalt und Höhe der Atmosphäre 6
7. Bestandtheile der Atmosphäre ... 6
8. Einfluß der Atmosphäre auf die Wasserhülle und die Rinde des Erdkörpers 10

II. Die Wasserhülle des Erdkörpers.

9. Kreislauf des Wassers und Zweck desselben 15
10. Arten der Wasserhülle 16

A. Die fließenden Gewässer.

1. Die Quellen.

11. Ihre Bildung. — Bedingungen zur Quellenbildung (S. 17), Schichtwasser, Hungerquellen, Maibrunnen (S. 18), Intermittirende Quellen (S. 20) 16
12. Temperaturverhältnisse der Quellen 21
13. Fortsetzung: Die heißen Quellen oder Thermen. — Vulcanische Quellen, Kochbrunnen (S. 25), Geysir auf Island (S. 26), Tetarataquelle auf Neuseeland (S. 27), 15 heiße Quellen Europas (S. 29) 24
14. Bestandtheile des Quellwassers. — Absorbir-, lös- (S. 29) und schlämmbare Stoffe. Schlammhaltiges und schlammfreies, Trinkwasser und Gesund- oder Mineralwasser (S. 30), hartes und weiches Wasser. Eintheilung aller Wasser in Salz- und Sauerwasser u. s. w. (S. 31). Tafel: Salzgehalt der wichtigsten Mineralwasser Deutschlands (S. 32 u. 33) 29
15. Einfluß des Quellwassers auf die Veränderungen der Erdrindemassen 34

2. Die Flüsse.

16. Entstehung derselben 39
17. Lebenslauf des einzelnen Fließwassers 40
18. Verbindung der Fließwasser zu Fluß- und Stromgebieten 42
19. Beimengungen der Fließwasser .. 43

B. Stehende Gewässer.

20. Begriff und Eintheilung derselben 44

1. Die stehenden Binnenlandswasser.

21. Lagerorte und Entstehungsweise derselben 44
22. Veränderungen in der Quantität und Qualität des Wassers in stehenden Gewässern 46
23. Arten der stehenden Binnengewässer:
    a. eigentliche Seen (Süßwasserseen [S. 47], Salzwasserseen [S. 48];
    b. Schlammgewässer: Sümpfe, Moräste, Moore (S. 50) 47
24. Eigenthümliche Erscheinungen in den stehenden Gewässern. — Eigenthümlichkeiten a. der eigentlichen Seen: Wasserstand, außergewöhnliche Bewegungen (S. 53), Temperatur; b. der Moore: Wachsen (S. 54), Aufschwellen (S. 55), Kochen (S. 56), Ausbrüche (S. 57) 53

§. Seite

2. Das Meer.

25. Größenverhältnisse desselben. — Die 5 Theilmeere 58
26. Mittlere Tiefe des Meeres 59
27. Formungsverhältnisse des Meeresgrundes 61
28. Farbe und Durchsichtigkeit des Meerwassers 62
29. Beimengungen des Meerwassers (S. 63). — Tafel: Salzgehalt des Meerwassers in 12 Analysen (S. 64). Veränderung des Salzgehaltes; feste Bestandtheile (S. 65) 63
30. Das specifische Gewicht des Meerwassers 66
31. Die Temperaturverhältnisse des Oceans 66
32. Die Bewegungen des Meerwassers im Allgemeinen 68
33. Von den Wellenbewegungen des Oceans 69
34. Von der Ebbe und Fluth. — Spring- und Nippfluthen; Fluthwellen 73
35. Die Strömungen im Oceane ... 80

III. Einfluß des Wassers auf die Veränderungen des Erdkörpers.

36. Im Allgemeinen 83
37. Die Wirthschaftsweise des Wassers 85
38. Producte der Wirksamkeit des Wassers 87

A. Erosionsbildungen.

39. Wesen derselben im Allgemeinen 88
40. Wichtigere Arten der Erosionsbildungen 91

a. Schöpfungen des Regenwassers.

41. Entstehung und Arten 92
a. 1. Die Wasser- oder Regenschluchten, Wasserrisse und Karrenfelder oder Schratten. 92
b. 2. Die Felsmauern 97
c. 3. Die Erdpyramiden 98
d. 4. Die Steinwälder 102
e. 5. Die Felsruinen 103
f. 6. Die Höhlenbildungen 109
a. Die Anhydrit- und Gypshöhlen (S. 109);
b. Die Dolomit- und Kalksteinhöhlen mit ihren Sintergebilden (S. 111).
g. 7. Erdfälle (Seelöcher, Teufelskutten, Sandbuhren, Bonteillen) (S. 117); Bergschlüpfe (S. 119), Schlamm- oder Erdmurren (S. 122) und Bergzersprengungen (S. 123) 117

b. Schöpfungen der Fließwasser.

42. Wirkungsweise der Fließwasser im Allgemeinen 124

α. Erosionsbildungen der stürzenden Fließwasser oder Wasserfälle.

43. a. Die Riesentöpfe, Schlöte oder Orgeln 125
b. Schluchtenbildung durch Wasserfälle 128

β. Erosionsbildungen der eigentlich fließenden oder gleitenden Gewässer.

44. Im Allgemeinen 131

Das Fließwasser als Bildungsmittel von Schluchten und Thälern.

45. Allgemeines 132
46. a. Die Durchnagungs- oder eigentlichen Erosionsthäler. 133
47. b. Die Auswaschungsthäler. 136

c. Erosionsbildungen der stehenden Gewässer.

48. Erosion in Binnenseen 140
49. Erosion des Meeres. — Chemisches Wirken des Meerwassers (S. 142). Mechanisches: Brandungshöhlen (S. 144), Meerestunnel und Felsenthore, Inselbildungen (S. 145); Küstenterrassen oder Küstenplattformen (S. 146); Zerstörung der Küsten (S. 147). 143
50. Ueberfluthung und Einsenkungen der Küstenländer 150

B. Erosionsschutt.

51. Arten des Schuttes. — Thier- und Pflanzenreste (Blätter und Stämme, Treibholz [S. 153]); Felsreste, Steinschutt (S. 156) ... 152
52. Orte und Art der Schuttablagerung. — Schuttabsatz in den verschiedenen Fließregionen. Ursachen des Schuttniederschlags. Wechsel des Gefälles. Ufervorsprünge, Inseln, Einmündung in andere Fließ-

§.		Seite
	wasser. Schuttgebilde in Binnenseen und im Meere durch einmündende Flüsse: Nehrung (Peressip oder Lido), Deltas	158
53.	**Landbildung durch Schuttablagerungen**	166
54.	**Landbildung im oder am Bette des Oceans**	169
55.	**Strandgebilde.** — Sandbänke, Barren, Inseln, Watten (S. 171), Strand- oder Seemarschen, Mündungsmarschen (S. 172), Dünen (S. 173 ff.)	170
56.	**Tiefsee- oder pelagische Landbildungen.** — Ablagerungen von Gyps, Steinsalz, kohlensaurem Kalk u. s. w. auf dem Meeresgrund. Tiefsee-Urschleim	180
57.	**Landbildungen durch Korallen.** — Lebensweise der Korallen-Polypen (S. 183). Küsten- oder Fransenriffe (S. 184); Damm- oder Wallriffe; Lagunenriffe oder Atolls; gewöhnliche oder eigentliche Korallen- oder niedrige Inseln (S. 185); Koralleninselgruppen (S. 186)	182
	C. Pflanzenschuttbildungen.	
58.	**Ueber Humus-, Geïn- und Torfbildungen im Allgemeinen**	188
59.	**Einfluß der Pflanzenarten auf die Torfbildung**	191
60.	**Beschreibung der Torfgebilde**	192
	a. **Unreifer Torf (Schwamm- oder Filztorf):** Moos-; Gras- oder Wiesentorf (Darg); Haide-, Hage- oder Hochmoortorf; Blättertorf (S. 193);	
	b. **Reifer oder eigentlicher Torf, Torfkohle** (S. 194): Pech-, Stich- od. Specktorf; Schlamm-, Streich- oder Baggertorf; Torfpechkohle (S. 195); Bitriol- und Staubtorf (S. 196).	
61.	**Einschlüsse im Torf.** — Vegetabilische (S. 196), animalische (S. 198), mineralische (S. 199).	196
62.	**Bildungsverhältnisse der Torfmoore.** — Bildungsorte, Bildungsproceß, Vermoorung von Seebecken	200
63.	**Verschiedenheit der Torfmassen in einem und demselben Moore.** — Schichtung und Mächtigkeit	209
64.	**Hauptheimathsorte der Torfmoore**	212
65.	**Umwandlung der Torfmoore in Land**	214
66.	**Nachwachsung und Alter der Torflager**	217
67.	**Verhältniß des Torfes zur Braun-, Schwarz- und Glanzkohle**	218
	D. Die Moorerz- oder Limonitbildungen.	
68.	**Charakteristik derselben.** - Sumpf-, Morast-, Raseneisenerze, Ortsteine, Limonite u. s. w.	219
69.	**Ablagerungsorte und Verbreitung**	220
70.	**Bildungsweise der Moorerze**	221
71.	**Geologische Bedeutung der Limonitbildungen**	228
	E. Bildungen des ewigen Schnees und Eises.	
72.	**Bedeutung dieser Bildungen im Allgemeinen**	229
73.	**Bildung des ewigen Schnees und Eises.** - Schneegrenze (S. 230), Hochschnee (S. 231), Firneis, Firneismeere (S. 232), Gletschereis, Gletscher (S. 233)	230
74.	**Die Gletscher nach ihrer Bildung und ihrer Bewegung**	234
75.	**Erscheinungen in und auf dem Gletschereise.** — Quer- und Längsspalten, Tische, Brunnen, Nadeln, Moränen (Gusser)	238
76.	**Schliffe, Mächtigkeit und Alter der Gletscher**	241
77.	**Hauptlagerorte der Gletscher.** — Alpen- oder Hochgebirgs- und Polargletscher	242
78.	**Geologische Bedeutung der Gletscher**	247
	Rückblick auf die Schöpfungen des Wassers.	
79.	**Schöpfungsagentien im Allgemeinen**	249
80.	**Wirkungskreis des Wassers**	251
81.	**Rückblick auf die Schöpfungen des tropfbaren Wassers**	252
82.	**Uebersicht der Schöpfungen des Wassers**	257
	F. Der Vulcanismus.	
83.	**Allgemeines über das Verhalten des Vulcanismus zum Wasser**	262
84.	**Wesen eines Vulcanes**	262

§. Seite

1. Die eigentlichen Vulcane.

a. Die Vulcane der geschichtlichen Erdrindebildungsperiode.

85. Begriff und Thätigkeit eines Vulcanes 263
86. Vertheilung und Gruppirung der Vulcane 264
87. Geographische Verbreitung der Vulcane 267
a. Vulcane in und um Europa 268
b. Vulcane in und um Afrika 272
c. Vulcane in und um Asien .. 272
d. Vulcane in und um Australien und Polynesien 274
e. Vulcane in und um Amerika 275
f. Vulcane in und um Victorialand 277
88. Folgerungen aus der geographischen Verbreitung der Vulcane 278
89. Nähere Beschreibung eines Vulcanenbergs 279
90. Dimensions- und Formungs-Verhältnisse der Vulcanenberge 283
91. Bau und Bestand der Vulcanenberge der Gegenwart 287
92. Thätigkeitserscheinungen an den Vulcanen der Gegenwart 293
93. Exhalationsproducte der Vulcane 296
94. Mineralische Eruptionsproducte 299
95. Schlammvulcane 305

b. Die Vulcane der vorgeschichtlichen Erdperiode.

96. Charakter derselben 307
97. Eruptionsmassen der vorgeschichtlichen Vulcane 308
98. Hauptablagerungsorte derselben 309

2. Die Erdbeben.

a. Wesen derselben.

99. Allgemeine Erscheinungen bei Erdbeben 310
100. Art und Richtung der Bodenbewegung bei Erdbeben 311
101. Geschwindigkeit, Dauer, Heftigkeit der Erdbeben 312
102. Verbreitungsverhältnisse der Erdbeben 414

§. Seite

b. Ursache der Erdbeben.

103. Abhängigkeit von Witterungsverhältnissen und Jahreszeiten 317
104. Abhängigkeit von Sonne und Mond 321
105. Abhängigkeit von dem Vulcanismus 324
106. Abhängigkeit von untererdischen Zusammenstürzungen von Erdrindemassen 328

c. Wirkungen der Erdbeben.

107. Wirkungen von localer Natur 332
108. Allgemeine Wirkungen 336
109. Schlüsse über die geologische Bedeutung der Erdbeben 347

B.
Die Feste des Erdkörpers.

Erster Abschnitt.

Die Bestandesmassen der Erdfeste.

A. Vertheilungs- und Gestaltungsverhältnisse derselben im Allgemeinen.

110. Vertheilung von Land und Meer 352
111. Vertheilung der Landesmassen in Continente und Inseln 353
112. Gliederung der Erdtheile 356
113. Oberflächen-Gestaltung des Landes — Tiefländer, Hochländer, Hochebenen 359
114. Fortsetzung: Hügel, Berg und Gebirge. — Begriff, Entstehung und Gliederung der Gebirge (S. 364–66). Eintheilung in Kamm- oder Längsgebirge: einfache u. zusammengesetzte (S. 367), Plateau- oder Massengebirge: Tafelgebirge (S. 368) und zusammengesetzte Massengebirge (S. 369) 363
115. Landvertiefungen im Gebiete der Gebirge. — Pässe, Schluchten, Thäler u. s. w. 371
116. Uebersichtliche Darstellung der Oberflächengestaltung Europas, Asias und Amerikas 373

§. Seite

B. Bildungsmaterialien der Erdrindemassen.

1. Die Erdrindemassen nach ihrer Natur.

Petrographie.

a. Im Allgemeinen.

117. **Begriffsentwickelungen und allgemeinste Eintheilung der Erdrindemassen nach ihren Bildungsmitteln** 378
118. **Die Zusammensetzungsmittel der Gebirgsarten** 378

b. Besondere Betrachtung der krystallinischen Gesteine.

119. **Ihre Zusammensetzungsmittel.** 381
120. **Wesentliche und unwesentliche Gemengtheile** 381
121. **Das Gefüge oder die Structur** 384
122. **Veränderungen, welche die Bestandesmassen der krystallinischen Felsarten erleiden können.** — Uebergänge, Verglasung, Schmelzung u. s. w. 389
123. **Fortsetzung: Veränderung der krystallinischen Felsarten durch den Verwitterungsproceß.**
1) Verwitterungspotenzen, einleitende (Gefüge, Farbe, Flechten) (S. 393) und vollbringende (Sauerstoff, Säuren) (S. 395).
2) Gang und Producte des Verwitterungsprocesses (S. 397).
a. Mechanisches Wirken: Blöcke, Grus, Sand;
b. chemisches Wirken (Zersetzung, Umwandlung, Metamorphosirung (S. 398). Auslaugungsproducte, unauslaugbare Rückstände (S. 399), besonders der Silicate (S. 400). Gangarten, Blasenraum-Mineralien (S. 402).
Uebersicht des ganzen Processes und seine Abhängigkeit von den chemischen Bestandtheilen (S. 404), Gefüge (S. 405), Lagerung (S. 406), Klima und Pflanzenwelt (S. 407) 393

c. Besondere Betrachtung der klastischen Gesteine.

124. **Bildungsmittel derselben** 408

§. Seite

125. **Gefüge, Uebergänge und Verwitterung** 409

d. Eintheilung der Gebirgsarten.

126. **Erleichterungsmittel für die Unterscheidung und Bestimmung der Gemengtheile, namentlich in den krystallinischen Gesteinen** 411

127. **Tafeln zur Bestimmung der Classen, Ordnungen, Gruppen und Arten derselben.** 115

128. **Tafel I.** Uebersicht der als Felsbildungsmittel wichtigen krystallinischen Mineralien 416
129. **Tafel II.** Uebersicht der Abtheilungen und Classen der Gebirgsarten 418
130. **Tafel III.** I. Ordnungen und Gruppen der I. Classe: **Krystallinische Felsarten** 418
131. **Tafel IIIa.** Arten der 1. Ordnung: **Einfache krystallinische Felsarten** 419
132. **Tafel IV.** Gruppen, Reihen, Sippen und Arten der 2. Ordnung: **Gemengte** 420
133. **Tafel V.** II. Ordnungen, Gruppen und Sippen der II. Classe: **Klastische Felsarten** 426
134. **Tafel VI.** A. **Arten der pyrogenen klastischen Gesteine** 427
Tafel VI. B. **Arten der hydrogenen klastischen Gesteine.**
135. 1. Sippe. **Scheinbar einfache** 428
136. 2. Sippe. **Gemengte** 428
Tafel VII. III. Abtheilungen des **Gebirgsschuttes.**
137. 1. Ordnung. **Steinschutt** 429
138. 2. Ordnung. **Erdkrumen** 429
139. **Tafel VIII.** IV. Arten der **organolithischen Felsarten** 430
1. Ordnung. **Zoogenite.**
2. Ordnung. **Phytogenite.**

e. Specielle Beschreibung der Felsarten.

I. Classe: **Krystallinische Felsarten.**

1. Ordnung: **Einfache krystallinische Felsarten.**

Allgemeiner Charakter 430

§. Seite

1. Gruppe: **Hydrolyte.**

140. 1. **Eisfels** 430
141. 2. **Steinsalzfels** (Kochsalz)..... 431

2. Gruppe: **Halite.**

Charakter.

142. 3. **Anhydritfels** (Muriacit, Karstenit)..... 434
143. 4. **Gypsfels** 436
Ab.: Spathiger, schuppig-körniger, krystallinisch-körniger (Alabaster), dichter, Faser-, Thon-, Stink- oder bituminöser Gyps.

α. Phosphathalite.

144. 5. **Phosphoritfels** 439
Ab.: Reiner Phosphorit- oder Apatitfels; unreiner P. (Osteolith, Staffelit u. thoniger Knollenphosphorit).

β. Carbonathalite.

145. 6. **Kalkfels** (Kalkstein, kohlensaurer Kalk)..... 441
Ab.: a. Reine: 1) körniger Kalkstein (Urkalk, Marmor, salinischer K.) (S. 442); 2) oolithischer (Rogenstein); 3) dichter, mit feinen geologischen Ab.: Grauwacke-, Muschel- u. s. w., Trochiten-, Korallen- u. s. w. Kalk, Mehlbatzen, Wellenkalk (S. 443); 4) erdiger (Kreide); 5) poröser (Kalktuff) (S. 444). b. Unreine: Kieselkalk, Sandkalk, Mergel-, Eisen-, Stink-, dolomit. Kalkstein (S. 445).
146. 7. **Dolomitfels**..... 446
Ab.: Körniger; zelliger (Rauhkalk, Rauchwacke); dichter D.

3. Gruppe: **Erzgesteine.**
(Eisenerzfelsarten).

Charakter (S. 447).

147. 8. **Eisenspathfels** (Spatheisenstein)..... 448
Ab.: thoniger Sp., Eisenrogenstein und Kohleneisenstein (Blackband) (S. 449)
148. 9. **Brauneisenerzfels**..... 450
Abarten: dichtes, erdiges, schlackiges; thoniges (Eisennieren; Bohnen- oder Linsenerze, (Eisenrogensteine), sandiges und bituminöses Brauneisenerz oder Limonit, Raseneisenerz, Ortstein u. s. w.; kalkiges.
149. 10. **Rotheisenerzfels** 452
Ab.: faseriges, dichtes, kieseliges, thoniges (Röthel) R., Eisenrogenstein.
150. 11. **Magneteisenerzfels**..... 454

4. Gruppe: **Silicate oder Kieselgesteine.**

Charakter..... 454

1. Sippe: **Magnesite.**

151. 12. **Serpentinfels**..... 455
152. 12a. **Dunitfels** oder **Olivinfels** . 456
153. 13. **Chloritschiefer**..... 457
154. 14. **Talkschiefer** 447
Ab.: Topf- oder Lapezstein.
155. 15. **Hornblende-** oder **Amphibolitfels**..... 458
Ab.: körniger H.; Hornblendeschiefer; Aktinolith- od. Strahlsteinschiefer.
156. 16. **Augitfels** oder **Pyroxenit**... 459
Anhang: Malakolithfels und Epidosit oder Pistazitfels.

2. Sippe: **Hyalolithe.**

Charakter..... 459
157. 17. **Obsidian**..... 460
158. 18. **Bimsstein**..... 461
159. 19. **Perlitfels** oder **Perlit**..... 462
160. 20. **Pechsteinfels**..... 463
Ab.: Felsitpechstein (Pechsteinporphyr und Pechthonstein) und Trachytpechstein.

5. Gruppe: **Kieselfelsarten.**

Charakter. — Bildungsweise.

161. 21. **Quarzfels** oder **Quarzit**.... 464
Ab. nach dem verschiedenen Gefüge.
162. 21a. **Kieselschiefer** oder **Lyditfels** 466
163. 22. **Flint** oder **Feuerstein**..... 467
164. **Anhang zu den Kieselfelsarten** 468
1) Hornstein (Xylolith); 2) Jaspis (S. 468); 3) Süßwasserquarz (Limnoquarzit); 4) Kieseltuff od. Kieselsinter; 5) Polirschiefer (Saugkiesel); 6) Kieselguhr oder Bergmehl (S. 469).

§. Seite

2. Ordnung: Gemengte krystallinische Felsarten.

165. Charakter 469

1. Gruppe: Feldspathreiche Felsarten.

166. Charakter, Verwitterung, Eintheilung 470

a. Orthoklas-Oligoklasgesteine.

α. Quarzhaltige.

167. 23. **Granit** 471
1) Bestand (S. 471). — 2) Abarten: eigentlicher G., Granitit, Adularg., Granitell oder Aplit, Pegmatit od. großkörniger G., Schriftg., Protogin., Syenitg., Turmaling., Miarolit, Rappakiwi (S. 473); Gneißgran., Granitporphyr. — 3) Unwesentliche Beimengungen. 4) Einschlüsse von anderen Gesteinen (S. 474). 5) Uebergänge. 6) Verwitterung (S. 475). 7) Ablagerungsformen und Felsabsonderung. 8) Art des Auftretens (S. 478). 9) Hauptlagergebiete (S. 479).

168. 24. **Gneiß** 481
1) Bestand (S. 481). — 2) Abarten: schieferiger, flaseriger, porphyrartiger, Augengneiß, Granitgneiß, Cornubiat (S. 482); Chlorit-, Protogin-, syenitischer, Eisenglimmer-, Kaolin- u. Graphitgneiß. — 3) Unwesentliche Gemengtheile. 4) Uebergänge (S. 483). 5) Verwitterung (S. 484). 6) Ablagerungsformen. 7) Lagerungsverhältnisse und Lagerungsgebiete (S. 485).

24a. **Hälleflinta** 487

24b. **Porphyroid** od. **Flaserporphyr** 487

169. 25. **Granulit** (Weißstein) 488
Ab.: Reiner, Granat-, Turmalin-, Gneiß-, Trappgranulit.

170. 26. **Felsitfels** (Petrosilex, Eurit). 490

171. 27. **Felsitporphyr** (Feldstein-, Quarz-, Euritporphyr) 491
1) Bestand (S. 491) und Abarten: Hornstein-, eigentlicher Felsit-, Thon- (S. 492), Band-, zelliger und drusiger und Kugelporphyr (S. 493). — 2) Unwesentliche Beimengungen und Einschlüsse. 3) Uebergänge. 4) Lagerungsformen u. Lagerungsverhältnisse (S. 495). 5) Hauptlagerorte (S. 496). 6) Verwitterung und deren Producte (S. 498—501).

β. Quarzfreie.

172. 28. **Syenit** 501
Ab.: Syenitgranit, Glimmer-, Elaeolith- (Miascit) und Zirkonsyenit; Syenitgneiß, porphyrartiger S.

173. 29. **Syenitporphyr** (Porphyrit) .. 505
Ab.: Eigentlicher Syenit, Hornblende- und Glimmertrapp, Porphyrit, Orthoklas-Liebenerit-Porphyr.

29a. **Minette** (S. 506).

b. Sanidingesteine.

174. Allgemeiner Charakter (S. 507). Berg- und Felsformung. Verwitterung und deren Producte (S. 508) 507

α. Quarzhaltige.

175. 30—32. **Rhyolith** oder **Quarztrachyt** (Liparit, Trachytporphyr) 509
Ab.: 1) Granitischer oder krystallinisch-körniger Trachyt (Krablit und Baulit) (S. 511). 2) Felsitischer oder dichter Quarztrachyt (Mühlsteinporphyr). 3) Lithoidischer Qu. od. Rhyolith. 4) Porphyrischer Qu. oder Rhyolithporphyr. 5) Sphärolithischer Qu. 6) Domit (S. 512).

β. Quarzfreie.

176. 32a. b. **Sanidin-** oder **quarzloser Trachyt** 514
Ab.: Laacher Trachyt.

177. 33. **Phonolith** 516
Ab.: Gemeiner od. eigentlicher Phonolith, Phonolithporphyr, trachytischer Phonolith, Phonolithlava, Noseanphonolith.

§. Seite

2. Gruppe: **Glimmerreiche Gesteine.** (Phyllite, Phengite).

178. Allgemeiner Charakter..... 519
Siehe die Felsarten Nr. 24. 50. 51.

3. Gruppe: **Amphibolitgesteine.**

179. Allgemeiner Charakter..... 519

1. Sippe: Hornblendereiche Felsarten oder Dioritgesteine.

180. Allgemeine Beschreibung..... 520
181. 34. **Diorit**..... 523
Abarten sind:
34a. Dioritschiefer (S. 524).
34b. Dioritaphanit.
34c. Dioritporphyr.
Verwandte: Glimmerdiorit (S. 525), Kersantit, Kersanton, Tonalit, Norit, Ophit (S. 526).

2. Sippe: Amphotere (melaphyrische) Gesteine.

182. Allgemeine Beschreibung.... 526
183. 35. **Corsit** od. **Kugeldiorit** (Anorthitdiorit, Kalkdiorit z. Th.).. 527
184. 35a. **Porphyrit**..... 528
Oligoklas-, Hornblende- und Glimmerporphyrite.
185. 36. **Melaphyr** (Porphyrit, Basaltit, Trapp, Spilit z. Th.).... 530
Ab.: Dichter M., Melaporphyr, Melaphyrmandelstein.
186. 37. **Andesit**..... 535
a. Hornblende-Andesite: A. quarzhaltiger (Dacit), 1) körniger, 2) porphyrischer (S. 536); — B. quarzfreier.
b. Augit-Andesit (S. 537).

3. Sippe: Augitreiche Felsarten.

187. Allgemeine Beschreibung..... 538

I. Familie: **Basaltite.**

188. Charakter..... 540

1. Feldspath- oder Plagioklasbasaltite.

189. 38. **Plagioklas-Dolerit** (Mimosite, Flöz-Grünstein, Duckstein).... 541
38a. **Plagioklas-Anamesit** (S. 542).
38b. **Feldspath-** oder **Plagioklas-Basalt**..... 442
Abarten: Basaltporphyr-, mandelstein und -wacke.

§. Se

2. Nephelinbasaltite.

190. 39. **Nephelindolerit**..... 5
39a. **Nephelinbasalt.**
Abarten: Nephelinbasalt-Porphyr- und Mandelstein; Hauyn- u. Glimmerbasalte.

3. Leucitbasaltite.

191. 40. **Leucitdolerit** (Leucitophyr)... 5
40a. **Leucitbasalt.**
Ab.: Leucit-Sanidingesteine, Hauyn- u. Glimmerbasalte (Buchonit).
192. Von den Verwitterungsverhältnissen der Basaltite im Allgemeinen..... 5
193. Die Lagerformen, Felsabsonderungen und Lagerungsgebiete der basaltischen Gesteine.... 5
Lagerungsgebiete und Hauptlagerorte..... 5

II. Familie: **Diabasite.** (Grünsteine).

194. Allgemeine Beschreibung.. .. 5
195. 41. **Körniger Diabas** (u. Quarzdiabas)..... 5
41a. **Diabasschiefer** (grüner Schiefer).
41b. **Diabasaphanit.**
Ab.: Variolit od. Blatterstein und Kalkaphanit.
41c. **Diabasmandelstein** (S. 556).
41d. **Diabasporphyr** (S. 557).
Ab.: Feldspath-, Augit- und Uralitporphyr.

4. Sippe: Hyperitgesteine.

196. Allgemeine Beschreibung..... 5
197. 42. **Hypersthenit** (Hyperit, Hypersthenfels, Hypersthensyenit)... 5
43. **Gabbro** (Serpentinit, Urgrünstein, Zobtenfels, Schillerfels; Euphotide, Ophiolithe)..... 5
44. **Enstatitfels** und **Schillerfels** 5

2. Gruppe: **Feldspathfreie Felsarten**

I. mit körnigem Gefüge.

a. Quarzfreie.

198. 45. **Eklogit** (Smaragditfels, Omphazitfels)..... 5
46. **Granatfels.**
Verw.: Kinzigit und Eulysit.
47. **Lherzolith** oder **Olivinfels** (S. 564).
Verw.: Dunit u. Pikrit.

§. Seite

β. Quarzhaltige.

199. 48. **Turmalinfels** 565
Verw.: Topasfels.

49. **Greisen.**

49a. **Itakolumit** (Gelenkquarz, biegsamer Quarz).

II. mit schieferigem Gefüge.

200. 50. **Glimmerschiefer** 566
Ab.: Glimmerreiche und glimmerarme (Seite 567); Eisenglimmer-, Paragonit-, Amphilogit-, Sericitglimmer-, Graphit- und Kalkglimmerschiefer (S. 569).

201. 51. **Urthonschiefer** (Thonglimmerschiefer, Phyllit) 571
Ab.: Chiastolithen-, (S. 572), Staurolithen-, Ottrelit-, Knoten-, Fleck-, Frucht- oder Garbenschiefer, Spilosit (S. 573).

51a. **Sericitschiefer** (Sericitphyllit) (S. 573).

202. Verwitterungsweise des Glimmer- und Urthonschiefers..... 574

II. Classe: Klastische Felsarten.

203. Bildungsmaterial derselben und Eintheilung..... 576

204. Verbreitungsweisen und allgemeine Ablagerungsgebiete.... 578

205. Verwitterung derselben 580

1. Ordnung: Pyrogene klastische Gesteine.

206. Bestand, Gruppirung und Bildungsweise derselben 584

1. Gruppe: Neopyrogene Tuffe und Conglutinate.

207. 52. **Trachyttuff, -conglomerat u. -sandstein** 586

208. 53. **Bimssteintuff, -conglomerat und Traß** (Duckstein, Tuffstein, Dielstein, Leberstein, Puzzolan) 586

209. 54. **Alaunfels** (Alunitfels) 587

210. 55. **Phonolithtuff** (Leberfels) und **-conglomerat** 588

211. 56. **Basalttuff** und **-conglomerat** 588

212. 57. **Leucittuff** und **Peperin** 589

213. 58. **Palagonittuff** 589

2. Gruppe: Paläopyrogene Tuffe und Conglutinate.

214. 59. **Felsit-** oder **Porphyrtuff** (Thonstein) u. **Porphyrbreccie** 589
Ab.: Porphyrsandstein.

§. Seite

215. 60. **Melaphyrtuff** und **-breccie** .. 590

216. 61. **Diabas-** oder **Grünsteintuff**, Diabasbreccie, **-sandstein** und **-conglomerat.**

51a. **Schalstein** (S. 591).

217. **Pyrogene krystallinisch-klastische Gesteine** 591
(Reibungs- oder Dislocationsbreccien): Granit-, Diabas-, Porphyr-, Melaphyr-, Basalt- (S. 592), Trachyt- u. Obsidianbreccie (S. 593).

2. Ordnung: Hydrogene klastische Gesteine.

218. Bildungsweise und allgemeiner Charakter. Eintheilung.... 593

1. Gruppe: Einfache hydrogene klastische Gesteine.

1. Sippe: Klastische Schiefergesteine.

Charakter.

219. 62. **Thonschiefer** 594
Ab.: Dach- oder Tafel-, Griffel-, Zeichnen-, Wetz-, Alaun- und Grauwackeschiefer.

220. 63. **Schieferthon** und **Schieferletten** 596
Ab.: Kohlen- und Brandschiefer, eisenschüssiger Schieferletten.

221. 64. **Mergelschiefer** 597

2. Sippe: Klastische Kalkgesteine.

222. Bestandesmassen derselben im Allgemeinen 598

223. 65. **Mergel** (Marne, Marl, Marna) 599
Ab.: Horn-, Kiesel-, Kalk-, Thon-, Flammen-M., Ruinenmarmor.

224. 66. **Rogenstein** 601

225. 67. **Kalktuff** (Tuffstein, Duckstein, Alben, Alm, Travertin)..... 602

226. 68. **Kreide** 603

2. Gruppe: Gemengte hydrogene klastische Gesteine.

Charakter.

1. Sippe: Halb- oder hemiklastische hydrogene Conglomerate und Breccien.

227. Allgemeiner Charakter..... 605

a. mit kalkspathigem Bindemittel.

228. 69. **Kalksteinbreccie** (Kalksteinconglomerat) 605

*

§.		Seite
229. 70.	**Dolomitbreccie** (eigentl. Rauchwacke)	605
230. 71.	**Stinkſteinbreccie**	606
	b. mit kieſeligem Bindemittel.	
231. 72.	**Quarz-** und **Lydітbreccie** (Kieſelbreccie)	606
	Ab.: Kieſelſandſtein.	
232. 73.	**Flintbreccie** (Flintconglomerat, Puddingſtein)	606
233. 74.	**Arkoſe** (Feldſpathpſammit)	607
234. 75.	**Grauwacke** (Thonſchiefercongloмerat)	608
	Anh.: Tapanhoancanga (S. 608).	
	2. Sippe: Ganzklaſtiſche hydrogene Conglomerate und Sandſteine.	
235.	Allgemeiner Charakter und Eintheilung	609
236.	Tabelle: Ueberſicht der ganzklaſtiſchen Geſteinsarten	610
	1. Conglomerate.	
	a. Einfach gemengte Conglomerate.	
	Beſchreibung thoniger und mergeliger Conglomerate.	
237. 76.	**Quarzconglomerat**	611
	Abart: Hornquarzconglomerat.	
76a.	**Porphyrconglomerat** (S. 612).	
238. 77.	**Kieſelconglomerat des Grauliegenden**	613
	b. Mehrfach gemengte Conglomerate.	
239. 78.	**Conglomerate des Rothliegenden**	614
240. 79.	**Nagelfluh** (Nagelflue, Nagelſtein, Buchſtein)	615
241. 80.	**Knochenbreccie** (Knochenconglomerat)	616
	Carnivoren- od. Höhlen-, Herbivoren- oder Spaltenbreccie.	
	2. Sandſteine.	
242.	Allgemeine Beſchreibung	618
243. 81.	Thonige Sandſteine.	
81a.	**Kaolinſandſtein**	620
81b.	**Gemeiner Thonſandſtein**	621
	Ab.: Knotenerz, Grün- oder Glaukonit- und oolithiſcher Sandſtein (S. 622).	
244. 82.	**Eiſenſchüſſiger Sandſtein** (rother S.)	623
245. 83.	**Kalkiger Sandſtein**	625
	Ab.: Dolomitiſcher S., Muſchelſandſtein, Muſchelconglomerat.	
83a.	**Mergeliger Sandſtein**	626
	Ab.: Grauer S. des Grauliegenden und Molaſſeſandſtein.	
83b.	**Glaukonit-** od. **Grünſandſtein**	628
	III. Claſſe: Fels- oder Gebirgsſchutt.	
246.	Charakter und Gruppirung deſſelben	629
	1. Ordnung: **Der Steinſchutt.**	
247.	Beſtandesmaſſen deſſelben im Allgemeinen	631
	1. Gruppe: **Vulcanenſchutt.**	
248. 84.	Arten des Vulcanenſchuttes: Blöcke, Bomben, Lapilli, Aſche u. ſ. w.	634
249. 84a.	Beſchreibung der vulcaniſchen Aſche	636
	2. Gruppe: **Verwitterungsſchutt.**	
250.	Beſchreibung und Arten deſſelben	639
85.	**Grober Verwitterungsſchutt.** 1) Beſtand und Eintheilung (S. 639). — 2) Lagerorte (S. 640).	
251.	Ueberſicht der wichtigeren Geſteinsarten in den erratiſchen Blöcken (nordiſchen Geſchieben oder Findlingen) des Tieflandes zwiſchen Rhein und Weichſel 3) Lagerungsverhältniſſe (S. 643).	642
252. 85a.	**Feiner Verwitterungsſchutt** oder **Sand.** Beſtand und Abarten im Allgemeinen	644
	1) Der Quarzſand	646
	2) Der Magneteiſenſand (Titanſand)	649
	2. Ordnung: **Erdſchutt.**	
253.	Allgemeine Beſchreibung deſſelben	650
254.	Beſchreibung der Thonſubſtanz und Ueberſicht ihrer Abarten.	561

§. Seite

Nähere Angaben über die einzelnen Thonarten.

1. Gruppe: **Rein mineralische Erdkrumen.**

1. Sippe: Kalklose Erdkrumen.

α. Fast oder ganz eisenoxydfreie, im Feuer nicht schmelzende.

255. 86. **Kaolin** (Porzellanerde) 652
Anhang: Steinmark.
256. 87. **Walkerde** (Kollererde) 653

β. Eisenoxydhaltige, im Feuer schmelzende Thonkrumen.

257. 88. **Gemeiner Thon** (Töpferthon, Klay) 653
Ab.: Salz-, Alaun- oder Vitriol- und eisenschüssiger Thon (S. 654).
Anhang: Basalt- oder Porzellanjaspis (S. 655).
258. 89. **Letten** (Tegel, bituminöser Töpfer- oder schiefernder Thon) 655
259. 90. **Lehm** 656

2. Sippe: Kalkhaltige Erdkrumen.

260. 91. **Löß** 657
261. 92. **Mergelkrume** mit ihren Abarten 657

2. Gruppe: **Humoser Erdschutt.**

262. 93a. Allgemeine Beschreibung und Arten: 93a. **Humuskrume** ... 658
93b. **Marschkrume** 659
93c. **Torfkrume** oder **Schollerde** .. 659

IV. Classe: **Organolithische Felsarten.**

1. Ordnung: **Zoogenite.**

263. Allgemeine Beschreibung und Arten 660
264. 94. Der **Guano** 661
265. 95. Das **Bonebed** 662

2. Ordnung: **Phytogenite.**

266. Allgemeine Beschreibung und Arten derselben 662
267. 96. **Anthracit** 663
268. 97. **Stein-** od. **Schwarzkohle** nebst ihren Abarten 664

§. Seite

269. 98. **Braunkohle** nebst ihren Abarten 668
Anhang: Lettenkohle. 671
99. **Torf** 672
270. Zusammenstellung der im vorigen Abschnitte betrachteten minerogenen Felsarten nach Entstehungs- u. Entwickelungsweise 672
271. Tabellarische Uebersicht der Gesteine nach Bildungsmaterial und Entstehungsweise 676

Zweiter Abschnitt.

Die Zusammenfügungs- und Verbindungsweisen der Erdrindemassen zum Ganzen der Erdrinde.

272. Bau der Erdrinde im Allgemeinen 678

I. Die als Gebirgsglieder auftretenden Gesteine.

a. Die geschichteten Gesteine.

273. Wesen der geschichteten hydrogenen Gesteine 679
274. Normale und abnorme Lagerung der Schichten 683
275. Schichtung pyrogener Gesteinsmassen 693

b. Die ungeschichteten oder massigen Gesteine.

276. Allgemeiner Charakter und Auftreten derselben 694
277. Massenformung der massigen Gesteine 695

c. Die Gangmineralien und ihr Auftreten.

278. Arten der Gangmineralien und ihr Auftreten im Allgemeinen 697
279. Nähere Betrachtung der zusammengesetzten Gänge und Bildungsweise derselben 698
280. Entwickelungsverhältnisse der Gänge 706

Einleitung.

Begriff und Unterscheidung von Geographie, Geognosie und Geologie. — Der Erdkörper für sich allein betrachtet besteht seiner Gesammtmasse nach aus anorganischen, theils festen, theils tropfbar-flüssigen, theils luftförmigen Körpern; seine Oberfläche aber ist der Wohnsitz von organischen, mit Leben begabten, Geschöpfen. — Je nachdem man nun entweder bloß die anorganischen Bestandesmassen des Erdkörpers nach ihrer Zusammensetzung, ihren Verbindungsweisen unter einander, ihren wechselseitigen Einwirkungen aufeinander und den durch diese Einwirkungen an ihnen hervortretenden Veränderungen ihrer Masse betrachtet, oder ferner zu ermitteln sucht, wie diese Massen entstanden sind, und wie sich überhaupt der Erdkörper aus dem angeblichen Chaos heraus zu dem Weltenkörper, wie er jetzt dasteht, entwickelt hat; oder endlich nur die Beschaffenheit und Gestaltungsverhältnisse seiner Oberfläche und deren Beziehungen zu den noch gegenwärtig auf ihr lebenden Organismen, namentlich zum Menschen, sowie umgekehrt den Einfluß dieses letzteren nicht bloß auf die Erdoberfläche selbst, sondern auch auf die verschiedenen Organismen der letzteren in Betrachtung zieht, beschäftigt man sich entweder mit Geognosie, oder mit Geologie oder mit Geographie. Hiernach ist also: §. 1.

a. die **Geognosie** (d. h. Erdkenntniß) die eigentliche Naturbeschreibung des Erdkörpers selbst, insofern sie die anorganischen Bestandesmassen desselben:
   1) nach ihrer Zusammensetzung und den an ihnen stattfindenden Veränderungen und Umwandlungen,
   2) nach ihren Verbindungsverhältnissen unter einander,

   also mit einem Worte nach ihrer Natur beschreibt;
b. die **Geologie** (d. h. Erdlehre) aber die eigentliche Naturgeschichte des Erdkörpers, insofern sie auf den Forschungen der Geognosie fußend darzulegen sucht,
   1) wie die einzelnen Bestandesmassen des Erdkörpers entstanden sind und sich im Verlaufe der Zeiten mit einander so verbunden haben, daß der Erdkörper zu dem werden konnte, was er in der Gegenwart ist,

2) wie die Organismenwelt sich nach und nach in den verschiedenen Bildungsperioden der Erde entfaltete, so daß sie nach und nach so wurde, wie sie noch in der Gegenwart auftritt.

Die Geologie ist also mit einem Worte eine Erdgeschichte, welche erzählt, wie sich der Erdkörper sammt den auf ihm wohnenden Organismen nach und nach aus dem Chaos bis zur Gegenwart entwickelt hat.

c. die **Geographie** (d. h. Erdbeschreibung) endlich, welche die Erdoberfläche sammt den noch gegenwärtig auf ihr wohnenden Organismen beschreibt, indem sie

1) das Verhältniß des Festen zum Flüssigen und Luftförmigen, die Vertheilung von Wasser und Land auf der Erdoberfläche, die Gestaltungsverhältnisse des Landes selbst;
2) die Erdoberfläche als Wohnsitz der jetzt noch lebenden Organismenwelt, ganz besonders des Menschen;
3) den Einfluß, welchen die verschiedene Oberflächenbeschaffenheit der Erde auf die Entwickelungsweise der Organismen und namentlich wieder des Menschen, hat;
4) den Einfluß, welchen hauptsächlich der Mensch auf die Erde und alle ihre Geschöpfe ausübt,

betrachtet.

§. 2. **Hülfswissenschaften und Aufgabe der Geognosie.** Nach dem im vorigen Paragraph aufgestellten Begriffe soll die Geognosie im Verbande mit der Geologie zunächst die Bestandesmassen der Erdrinde einerseits nach ihrer Zusammensetzung und ihren Verbindungsweisen zum Ganzen und andererseits nach ihrer Entstehungs- und Umwandlungsweise, sodann aber auch die Entwickelungsgeschichte des Erdkörpers zu dem, was er jetzt ist, lehren. Um nun alle diese Aufgaben zu lösen, bedarf sie mehrerer Hülfswissenschaften, vor allen der Physik, welche sie mit dem Schaffen und Walten der in der Natur wirkenden Kräfte bekannt macht, sodann der Chemie, welche die Bestandtheile, aus denen die einzelnen Körper der Erde bestehen, und die Gesetze kennen lehrt, nach denen alle Verbindungen der mineralischen Erdrindemassen und ebenso alle Veränderungen und Umwandlungen derselben erfolgen; ferner der speciellen Mineralogie, welche die Bildungstheile der Erdrindemassen beschreibt, und endlich der Botanik und Zoologie, mit Hülfe deren die Geognosie die in den verschiedenen Lagen der Erdrinde vorkommenden Reste von Pflanzen und Thieren aus den verschiedenen Bildungsperioden des Erdkörpers untersucht und sie mit den noch jetzt lebenden Pflanzen- und Thier-Arten vergleicht, um aus den hierdurch gewonnenen Resultaten Schlüsse nicht bloß auf das in jeder einzelnen Erdbildungsperiode zum Vorschein gekommene Organismenleben, sondern auch auf den ganzen Entwickelungsgang des Organismenreiches in den verschiedenen nach einander folgenden Bildungsperioden des Erdkörpers ziehen zu können. — Die durch diese Untersuchungen bekannt gewordenen Pflanzen- und Thierarten erscheinen systematisch zusammengestellt in der Naturgeschichte der urweltlichen Thiere und Pflanzen oder in der sogenannten Paläontologie oder Petrefacten-

(d. i. Versteinerungs-) kunde, welche demnach für den Geognosten ebenfalls eine äußerst wichtige Hülfswissenschaft bildet, streng genommen aber nur als ein Theil der allgemeinen Botanik und Zoologie zu betrachten ist, weshalb sie auch unter Anderen Leunis schon in seine Synopsis des Thier- und Pflanzenreichs mit vollem Rechte aufgenommen hat.

Theile der Geognosie. Da die Geognosie die Natur aller anorganischen Massen, welche als Glieder des Erdkörpers zu betrachten sind, zu untersuchen hat, so muß sie nächst den festen Mineralsubstanzen, aus denen der Erdkörper selbst besteht, auch die beiden Hüllen, welche diesen letzteren umschließen, und von denen die eine vorherrschend aus Wasser und die andere vorzüglich aus Luft gebildet wird, wenigstens soweit in den Kreis ihrer Betrachtung ziehen, als diese Hüllen einen ununterbrochenen Einfluß auf die Erscheinungen, welche an dem Erdkörper selbst vor sich gehen, ausüben. Dem gemäß wird nun die Geognosie in folgende Abtheilungen zerfallen: §. 3.

A. in die Betrachtung der beiden Hüllen, welche den eigentlichen festen Erdkörper umschließen, und von denen
   I. die oberste aus luftförmigen Stoffen besteht und die Atmosphäre bildet, weshalb auch derjenige Zweig der Wissenschaft, welcher sich mit ihr beschäftigt, Atmosphärologie genannt wird,
   II. die unterste aber aus Wasser besteht, weshalb man auch die Beschreibung dieser Hülle Hydrologie nennt;

B. in die Betrachtung des festen Erdkörpers selbst oder in die eigentliche Geognosie. Wie bei jedem Pflanzen- und Thierkörper, so sind auch bei dem Erdkörper eine innere und eine äußere Körpermasse oder mit anderen Worten: ein Kern und eine, diesen umhüllende, Rinde zu unterscheiden. — Das Innere oder der Kern des Erdkörpers aber ist dem Menschen unbekannt und, was er von ihm weiß, ist alles hypothetisch; trotzdem aber übt er durch seine Kräfte und Stoffe eine bedeutende Reaction auf die Rinde und Oberfläche des Erdkörpers aus. Aus diesem Grunde muß man wenigstens diese Reactionen kennen lernen, denn von ihnen hängt nicht bloß die Bildung und Natur vieler Erdrindemassen, sondern auch in vieler Beziehung die Gestaltung und Beschaffenheit der Erdoberfläche ab. — Die Erdrinde dagegen ist dem Menschen wenigstens bis zu den Tiefen, in welche er bis jetzt hat gelangen können, soweit bekannt geworden, daß er sich ein deutliches Bild einerseits von ihren Bestandesmassen und deren Lagerungs- und Verbindungsweisen, und andererseits von der allmählichen Entwickelung derselben machen kann. — Dem gemäß hat man in der eigentlichen Geognosie hauptsächlich folgende Abschnitte ins Auge zu fassen:
   I. Die Reactionen des Erdinnern auf die Erdrinde: Vulcanismus und Erdbeben.
   II. Die Erdrinde selbst und zwar
      a. die Bestandesmassen derselben nach mineralischer Zusammensetzung, Eigenschaften, Veränderungsweisen und Be-

§. 3. ziehungen zu einander: Felsarten- oder Gesteinskunde, Petrographie oder Lithologie.

b. Die Verbindungsweisen der Bestandesmassen unter einander zum Gebäude der Erdrinde: Formationenlehre.

c. Die Entwickelungsgeschichte der Erdrinde: Geologie.

Im Folgenden sollen nun alle diese Abschnitte durchgenommen werden. Damit aber die Formationenlehre anschaulicher wird, soll gleich bei der Betrachtung einer jeden Formation die Entwickelungsgeschichte derselben mitgetheilt werden, so daß also Formationenlehre und Geologie in einen Abschnitt zusammenfallen.

A.

Die Hüllen des Erdkörpers.

I. Die Atmosphäre.

Ihre Zugehörigkeit zur Geognosie. — Obgleich die Atmosphäre gewöhnlich nicht in dem Gebiete der Geognosie, sondern theils in der Physik, theils in der Chemie, theils auch als besondere Wissenschaft, nemlich als Atmosphärologie oder Meteorologie betrachtet wird, so gehört sie doch eigentlich zu der Lehre vom Erdkörper; denn sie ist für diesen letzteren dasselbe, was die Samenhülle für den Samenkern. Und wird nun wohl Jemand nur den letzteren ins Auge fassen, wenn überhaupt von der Frucht die Rede ist? Dazu kommt noch, daß die Atmosphäre theils durch die physischen Eigenschaften ihrer Gesammtmasse, theils durch die chemischen Eigenschaften ihrer einzelnen Gemengtheile einen gewaltigen Einfluß sowohl auf die Gestaltungsverhältnisse der Erdoberfläche, wie auf die Umwandlung der Erdrindemassen ausübt. Oder ist etwa nicht die Zersprengung der Bergmassen in klippige Felsriffe, die Erzeugung des Erdbodens aus hartem Gesteine, die Ueberdeckung der Gebirge mit ewigem Eise und Schnee ein Werk der Atmosphärilien? Wohl müssen daher wenigstens diejenigen Eigenschaften und Bestandtheile der Atmosphäre in den Kreis der geognostischen Betrachtung gezogen werden, welche einen wesentlichen Einfluß auf die Veränderungen an den Massen des Erdkörpers hervorbringen. §. 4.

Physische Eigenschaften der Atmosphäre. — Die wesentlich aus luft- oder gasförmigen Stoffen bestehende Atmosphäre (d. i. Dunst- oder Gaskugel oder auch Dunstkreis) wird durch den Erdkörper so angezogen, daß sie sich nie ganz von dem letzteren zu entfernen vermag, weshalb sie auch gegen den Weltenraum hin begrenzt ist und nicht sich in denselben zerstreuen kann. Die Dichtigkeit ihrer Masse indessen nimmt nach dem letzteren hin ab, so daß ihre unteren oder tieferen Schichten um so dichter sind, je näher sie der Erdoberfläche lagern, einerseits weil hier die Anziehung der Erde am stärksten wirkt und andererseits weil sie den Druck sämmtlicher über ihnen lagernden Luftschichten zu tragen haben. Da nun, wie allbekannt, eine Luftmasse sich um so mehr auszudehnen strebt, je mehr sie zusammengepreßt wird, so werden die unteren, der Erdoberfläche zunächst befindlichen, Luftmassen jede Gelegenheit, durch welche ihnen irgendwo im Gebiete ihres Lagerortes ein Raum zur Ausdehnung ihrer zusammengepreßten §. 5.

Massen geschaffen wird, benutzen, um sich auszudehnen. Die hierdurch entstehende Bewegung der Luft ist bekannt unter dem Namen der Luftströmung oder des Windes. Indessen wird diese Strömung nach einem gegebenen Raume nur so lange dauern, bis dieser letztere mit Luft ausgefüllt ist und die in ihm eingedrungene Luft dieselbe Dichtigkeit erlangt hat, wie die außer ihm befindliche Luftmasse. Dieser Stillstand der Luftströmungen kann jedoch auf der Erdoberfläche nie ganz vollständig eintreten, da einerseits die ungleiche Erwärmung der Erdoberfläche durch die Sonnenstrahlen und die durch sie entstehende Luftverdünnung an irgend einer erwärmten Erdstelle stets eine Luftströmung hervorbringt, und andererseits durch die unaufhörliche Umdrehung der Erde um ihre Achse die ganze Atmosphäre ebenfalls in Bewegung gesetzt wird und zwar in der Weise, daß, da die lockere Masse der Atmosphäre nicht der schnellen Bewegung des festen Erdkörpers folgen kann, die Luftmasse zurückbleibt und dann gegen die nachfolgenden Luftmassen einen Gegendruck ausübt, so daß diese eine rückwärts gehende Bewegung machen müssen; außerdem aber noch mehrere locale Ursachen, wie Elektricität, aufsteigende heiße Dämpfe oder Rauchmassen, vulcanische Eruptionen, Feuersbrünste u. s. w. das Gleichgewicht der Luft stören und dadurch eine Strömung derselben hervorrufen.

Bemerkung: Ueber den Einfluß des Windes auf die Veränderungen der Erdoberfläche wird später, wo überhaupt von dem Einflusse der Atmosphäre auf die Körper der Erde die Rede ist, Näheres mitgetheilt werden.

§. 6. **Gestalt und Höhe der Atmosphäre.** — Da alle Theile der Atmosphäre von dem festen Erdkörper angezogen werden, so müßte die Atmosphäre in ihrem äußeren Umfange ganz dieselbe Gestaltung besitzen, wie der Erdkörper selbst. Dieses ist aber nicht vollständig der Fall, da die Atmosphärenmasse über dem Aequator des Erdkörpers einerseits in Folge der weiteren Entfernung vom Erdmittelpunkte und andererseits in Folge der größeren Schwung- oder Centrifugalkraft an der oberen Grenze ihrer Masse höher ausgedehnt und an den Polargegenden der Erde in Folge der größeren Nähe des Erdmittelpunktes stärker angezogen wird und darum abgeplatteter erscheint, so daß ihre Gestalt einem, über dem Erdäquator angeschwollenen und über den Polen abgeplatteten, Sphäroide gleicht, dessen Abplattung indessen nach Laplace nicht größer als $^1/_3$ sein kann, indem ein stärker abgeplattetes Sphäroid über dem Aequator eine so große Schwungkraft besitzen würde, daß die äußersten Theile der Atmosphäre sich im Weltenraume zerstreuen müßten.

Ueber die Höhe der Atmosphäre gehen die Annahmen auseinander. E. Schmidt bestimmt dieselbe in seiner mathematischen Geographie über dem Aequator auf 7,7 Meilen und über den Polen auf 5,8 Meilen, so daß die Abplattung $^1/_{177}$ betragen würde; G. G. Schmidt dagegen findet ihre Aequatorialhöhe gleich 27,5 geogr. Meilen, ihre Polarhöhe dagegen gleich 27,1 Meilen, ihre Abplattung also $= {}^1/_{254}$. — Im Allgemeinen aber nimmt man die Höhe der Atmosphäre gewöhnlich gleich 10 Meilen.

§. 7. **Bestandtheile der Atmosphäre.** — Die Atmosphäre ist ihren Hauptbestandtheilen nach ein mechanisches Gemenge von gasförmigen Substanzen,

unter denen Stickstoff, Sauerstoff, Wassergas und Kohlensäure §. 7.
sich am meisten bemerklich machen und zwar in der Weise, daß die beiden ersten in allen Höhen und Gegenden der Atmosphäre immer in gleichbleibenden Mengen zu finden sind, weshalb man sie auch als die wesentlichen Gemengtheile der Atmosphärenmasse betrachtet, während die Mengen des Wassergases und der Kohlensäure unaufhörlich wechseln.

Was nun die Mengen des Stickstoffes und Sauerstoffes betrifft, so befinden sich in der Atmosphäre in

	100 Raumtheilen	100 Gewichtstheilen
Sauerstoff:	20,93	23,13
Stickstoff:	79,07	76,87,

im Allgemeinen also 21 Volum. Sauerstoff und 79 Volum. Stickstoff. Die Volumina des Wassergases dagegen wechseln von $^1/_{60}$ bis $^1/_{100}$ und die der Kohlensäure betragen im Allgemeinen $^1/_{2000}$.

1) Es ist eine merkwürdige Erscheinung, daß trotz des unaufhörlichen, Jahr aus Jahr ein in allen Zonen und Regionen des Erdkörpers stattfindenden, Verbrauchs von Sauerstoff durch den Athmungsproceß unzähliger Thiere, sowie durch den Verbrennungs-, Gährungs- und Verwesungsproceß aller abgestorbenen Organismenreste und den Oxydationsproceß aller Mineralsubstanzen, welche reine Metalle, niedere Oxyde oder Schwefelmetalle enthalten, — daß trotzdem die Menge dieses für den Naturhaushalt so wichtigen Elementes in der Atmosphäre sich immer gleich bleibt. Man kann sich diese Erscheinung nur dadurch erklären, daß es Quellen in der Natur gibt, welche augenblicklich den durch die obengenannten Processe verloren gegangenen Sauerstoff wieder ersetzen. Zu diesen Quellen gehören vor allen die zahllosen Glieder des auf der ganzen Erde verbreiteten Pflanzenreiches, welche bekanntlich alle Sauerstoff ausathmen. Da nun aber zu gewissen Zeiten des Jahres in bestimmten Erdgegenden die Pflanzenwelt ruht und dann keinen Sauerstoff spendet, während das Thierleben in eben diesen Gegenden ununterbrochen Sauerstoff verbraucht und Kohlensäure dafür der Atmosphäre übergibt, so müßte in diesen Gegenden zu der Zeit, wo die Pflanzenwelt ruht, die Atmosphäre ganz ungenießbar für Menschen und Thiere werden, wenn nicht Luftströmungen existirten, durch welche fort und fort neuer Sauerstoff aus denjenigen Erdzonen, in welchen gerade das Pflanzenleben in größter Lebensthätigkeit sich befindet, nach jenen an thätigen Pflanzen armen oder leeren Erdgegenden transportirt und dafür Kohlensäure fortgeschafft würde.

2) Das Wassergas oder der Wasserdampf, trockenes, luftförmiges Wasser, welches nicht mit dem, aus seiner Verdichtung entstehenden, Wasserdunste oder mit der Luftfeuchtigkeit verwechselt werden darf und die Bläue des Himmels erzeugt, wechselt in seinen Mengen unaufhörlich. Steigende Temperatur erhöht seine Menge; sinkende dagegen vermindert sie, indem sie den vorhandenen Wasserdampf der Atmosphäre zu Luftfeuchtigkeit, Nebel, Wolken, Regen und Schnee verdichtet. Aber ganz kann das Wasser-

§. 7. gas nie aus der Atmosphäre verschwinden, so lange noch auf und in der Erdrinde flüssiges Wasser oder sonst ein Körper vorhanden ist, welcher Wasser enthält. Denn alle Gewässer und alle wasserhaltigen Körper der Erde senden Wassergas in die Atmosphäre und zwar um so schneller und um so mehr, je wassergasärmer die über ihnen befindliche Atmosphäre ist. Diese Verdunstung, welche durch steigende Temperatur und durch trockene Luftströmungen befördert wird, findet so lange statt, bis die über einem Verdunstungsraume befindliche Atmosphäre ganz mit Wassergas gesättigt ist. Alsdann wird sie ruhen, bis durch irgend eine Ursache, sei es durch stark erniedrigte Temperatur, welche einen Theil des atmosphärischen Wassergases als tropfbares Wasser wieder aus der Atmosphäre herausquetscht, sei es durch höhere Wärme oder auch durch trockene Winde wieder ein Verdunstungsraum geschaffen worden ist. Dieser letztere ist stets die Hauptsache für die Verdampfung alles Flüssigen auf der Erdoberfläche: *Ist er vorhanden, dann geht auch die Verdampfung vor sich selbst in der Kälte des Winters*, wie das sogenannte Schwinden des Schnees und Eises, auch auf Gletschern, deutlich zeigt. — Es kann indessen der Verdunstungsproceß trotz Vorhandenseins eines Verdunstungsraumes gehemmt oder ganz verhindert werden, sobald feuchte Luftströmungen, z. B. vom Meere her kommende Winde — in denselben eindringen und ihn ausfüllen. Unterbrochene Thaubildung zeigt dieses.

3) Die *Kohlensäure*, — ein Product der Ausathmung von allen lebenden Thieren und auch von lebenden Pflanzen (während der Nacht), ebenso der Verbrennung, Gährung und Zersetzung aller abgestorbenen Organismenmassen, endlich auch aller thätigen Vulcane, — kommt trotz ihrer zahlreichen Bildungsquellen doch immer nur in geringen Mengen in der Atmosphäre vor, einerseits weil sie ohne Aufhören von allen lebenden Pflanzen als Nahrungsmittel verbraucht wird, und andererseits, weil sie von allen Gewässern der Erde, sowie auch von allen Feuchtigkeit oder Humussubstanzen haltigen Erdbodenmassen aufgesogen und theils festgehalten, theils durch Risse und Spalten in das Innere der Erdrindemassen gefluthet und daselbst zu unzähligen, im nächsten Paragraph näher zu betrachtenden, Umwandlungsprocessen der Mineralienwelt verwendet wird. Daher zeigt sich auch die Atmosphäre immer sehr arm an Kohlensäure über der Oberfläche von Gewässern und nassen Bodenarten. Am meisten bemerkt man sie noch in der nächsten Umgebung von Vulcanen, in welcher sie unter dem Namen der *Mofetten* oft alle Spalten und Höhlen ausfüllt und selbst in die menschlichen Wohnungen eindringt, ferner über Kohlensäure haltigen Quellen (sogenannten *Säuerlingen*) und Bodenflächen, welche von solchen Quellen durchzogen werden; endlich über der Oberfläche von verwesenden Organismenresten, so namentlich des Nachts über Düngeranhäufungen, Schlachtfeldern, Leichenäckern, Sümpfen und Mooren.

Außer den eben beschriebenen allgemeinen Gemengtheilen der Atmosphäre

kommen auch noch zu gewissen Zeiten und an gewissen Orten mancherlei §. 7.
andere Gase, ja selbst mikroskopisch kleine feste Körper vor, welche erst von dem Erdkörper der Atmosphäre zugesendet, dann aber von den Luftströmungen weiter verbreitet werden und nun da, wo sie gerade in der Atmosphäre erscheinen, einen merkwürdigen Einfluß nicht bloß auf die Massen des Erdkörpers selbst, sondern auch auf die Pflanzen- und Thierwelt ausüben und darum der Beachtung werth sind. — Unter den hierher gehörigen Gasen machen sich in dieser Weise ganz besonders bemerkbar:

1) Schwefelwasserstoff, welcher durch seinen Fauleiergeruch berüchtigt ist, alle Metalle und deren Oxyde in Schwefelmetalle umwandelt, auf die Gesundheit von Thieren und Pflanzen höchst nachtheilig einwirkt, durch Anziehung von Sauerstoff schwefelige Säure oder auch reinen Schwefel und Wasser bildet und sich hauptsächlich bei vulcanischen Eruptionen, dann aber auch überall da entwickelt, wo stickstoff- und schwefelhaltige Organismenreste sich zersetzen. In seiner Gesellschaft kommt an brennenden Vulcanen nicht selten auch Chlorwasserstoff oder gasförmige Salzsäure vor, unter deren Einfluß sich dann in der nächsten Umgebung des Kraters Salmiak entwickelt.
2) Kohlenwasserstoff, ein brennbares Gas, aus dessen Zersetzung sich Graphit und vielleicht auch Diamant bildet, und welches sich hauptsächlich aus brennenden Steinkohlenlagern und tobenden Vulcanen entwickelt, aber auch in Kohlenwasserstoffgas-Fabriken der Atmosphäre zugesendet wird, unter deren Einfluß es sich dann in Kohlensäure und Wasser zersetzt.
3) Salpetersäure und Ammoniak sind beide schon im Regenwasser von Gewittern beobachtet worden und sollen unter dem Einflusse der Elektricität auf den Stickstoff- und Wassergas-Gehalt der Atmosphäre entstehen. Außerdem aber entwickelt sich Ammoniak auch aus fauligen, Stickstoff haltigen, Organismenresten und offenbart sich dann schon durch seinen eigenthümlichen urinösen oder stechenden Geruch.

Nächst diesen Gasen kommen in der Atmosphäre nun auch noch Substanzen vor, welche theils in der Form von Gasen von der Erde aus in die Höhe steigen, sich dann in der Atmosphäre zu festen Körpern verdichten und zuletzt wieder zur Erdoberfläche niederlassen, theils schon als feste Körper durch Luftströmungen in die Höhe getrieben und oft von ihrer ursprünglichen Mutterstätte weit weggefluthet werden, bis sie am Ende wieder zur Erdoberfläche niedersinken.

1) Zu den als Gasen in die Atmosphäre gestiegenen Substanzen gehören namentlich Mineralkörper, so die aus der Umgebung mancher Vulcane in die Höhe steigende Borsäure, Salmiak, Kochsalz und überhaupt die im Wasser löslichen Salze, welche außer an Vulcanen auch an den Küsten des Oceans auftreten. Vielleicht sind auch hierher zu rechnen die Mineralsubstanzen, aus deren Verbindung und Verdichtung die Meteorite entstehen.
2) Zu den schon als feste Körper in die Atmosphäre gelangten Substanzen dagegen sind zu rechnen einerseits die staubförmigen Massen

§. 8. 1) Der Sauerstoff an sich ist zwar eine ebenso unthätige Luftart, wie der Stickstoff; wenn er aber durch die Elektricität der Luft ozonirt d. h. in Ozon umgewandelt worden ist, dann ist er mit der Hülfe des Wassers, welches alle seine Verbindungen vermittelt, der wichtigste aller Umwandlungsstoffe im Haushalte der Natur; dann verbindet er sich mit dem Wasserstoffe zu Wasser, nach dem Sauerstoffe dem nothwendigsten aller Erdkörper, mit allen nichtmetallischen Elementen zu Säuren und mit den metallischen Elementen zu Oxyden, welche sich dann meist wieder mit den Säuren zu Salzen verbinden. Sind nun aber nicht die allermeisten organischen wie anorganischen Körper des Erdballes Säuren, Salze oder Verbindungen dieser Substanzen mit dem Wasser? Aber mit der Schöpfung aller dieser Substanzen begnügt sich der ozonirte Sauerstoff noch nicht: Er zerstört sie auch unter Verhältnissen wieder und wandelt sie in andere Körper um. In dieser Weise wandelt er die niederen Metalloxyde in höhere, z. B. das allverbreitete Eisen- und Manganoxydul in Eisen- und Manganoxyd um, wodurch sie genöthigt werden, gar manche ihrer bis dahin mit ihnen verbundenen Säuren, z. B. die Kohlen- und Kieselsäure, frei zu geben und neue Mineralien zu bilden. Aber ebenso schafft er aus den zahlreichen und so weit verbreiteten Schwefelmetallen schwefelsaure Metalloxyde, unter deren Einfluß dann wieder eine große Schaar von Mineralumwandlungen hervorgerufen wird. Wer kennt nicht die Umwandlungen des kohlensauren Kalkes in Gyps, der kohlensauren Magnesia in Bittersalz, der kieselsauren Kali-Thonerde in Alaun? Werden nicht alle diese Umwandlungen durch vitriolescirende d. h. sich oxydirende Schwefelkiese vollbracht? Und ebenso erzeugt der Sauerstoff durch seine Verbindungen mit abgestorbenen Organismenresten mannichfache, unter dem Namen der Verwesungs- oder Humussäuren bekannte Säuren, welche alle zersetzend und umwandelnd auf die Mineralmassen des Erdkörpers einwirken. Und so ist der Sauerstoff der Atmosphäre unermüdlich thätig im Schaffen, Zerstören und Wiederschaffen von Körpern, welche die Massen des Erdkörpers unaufhörlich verjüngen.

2) Der Stickstoff der Atmosphäre erscheint nicht so verbindungsgierig, wie sein Gesellschafter, der Sauerstoff; indessen ganz unthätig ist er doch nicht. Schon die atmosphärische Elektricität kann ihn anregen, sich theils mit Sauerstoff zu Salpetersäure, theils mit dem Wasserstoff des atmosphärischen Wasserdampfes zu Ammoniak, welches dann mit der Salpetersäure salpetersaures Ammoniak bildet, zu verbinden. Noch mehr aber vermag diesen Salpeterbildungsproceß jede verkohlende Organismensubstanz auszuführen, zumal wenn sie Alkalien oder Kalkerde enthält; denn diese letztgenannten Stoffe treiben den von ihr gierig angesogenen atmosphärischen Stickstoff an, durch Sauerstoffanziehung die von ihnen begehrte Salpetersäure zu bilden.

kommen auch noch zu gewissen Zeiten und an gewissen Orten mancherlei §. 7.
andere Gase, ja selbst mikroskopisch kleine feste Körper vor, welche erst von dem Erdkörper der Atmosphäre zugesendet, dann aber von den Luftströmungen weiter verbreitet werden und nun da, wo sie gerade in der Atmosphäre erscheinen, einen merkwürdigen Einfluß nicht bloß auf die Massen des Erdkörpers selbst, sondern auch auf die Pflanzen- und Thierwelt ausüben und darum der Beachtung werth sind. — Unter den hierher gehörigen Gasen machen sich in dieser Weise ganz besonders bemerkbar:

1) Schwefelwasserstoff, welcher durch seinen Fauleiergeruch berüchtigt ist, alle Metalle und deren Oxyde in Schwefelmetalle umwandelt, auf die Gesundheit von Thieren und Pflanzen höchst nachtheilig einwirkt, durch Anziehung von Sauerstoff schwefelige Säure oder auch reinen Schwefel und Wasser bildet und sich hauptsächlich bei vulcanischen Eruptionen, dann aber auch überall da entwickelt, wo stickstoff- und schwefelhaltige Organismenreste sich zersetzen. In seiner Gesellschaft kommt an brennenden Vulcanen nicht selten auch Chlorwasserstoff oder gasförmige Salzsäure vor, unter deren Einfluß sich dann in der nächsten Umgebung des Kraters Salmiak entwickelt.
2) Kohlenwasserstoff, ein brennbares Gas, aus dessen Zersetzung sich Graphit und vielleicht auch Diamant bildet, und welches sich hauptsächlich aus brennenden Steinkohlenlagern und tobenden Vulcanen entwickelt, aber auch in Kohlenwasserstoffgas-Fabriken der Atmosphäre zugesendet wird, unter deren Einfluß es sich dann in Kohlensäure und Wasser zersetzt.
3) Salpetersäure und Ammoniak sind beide schon im Regenwasser von Gewittern beobachtet worden und sollen unter dem Einflusse der Elektricität auf den Stickstoff- und Wassergas-Gehalt der Atmosphäre entstehen. Außerdem aber entwickelt sich Ammoniak auch aus fauligen, Stickstoff haltigen, Organismenresten und offenbart sich dann schon durch seinen eigenthümlichen urinösen oder stechenden Geruch.

Nächst diesen Gasen kommen in der Atmosphäre nun auch noch Substanzen vor, welche theils in der Form von Gasen von der Erde aus in die Höhe steigen, sich dann in der Atmosphäre zu festen Körpern verdichten und zuletzt wieder zur Erdoberfläche niederlassen, theils schon als feste Körper durch Luftströmungen in die Höhe getrieben und oft von ihrer ursprünglichen Mutterstätte weit weggefluthet werden, bis sie am Ende wieder zur Erdoberfläche niedersinken.

1) Zu den als Gasen in die Atmosphäre gestiegenen Substanzen gehören namentlich Mineralkörper, so die aus der Umgebung mancher Vulcane in die Höhe steigende Borsäure, Salmiak, Kochsalz und überhaupt die im Wasser löslichen Salze, welche außer an Vulcanen auch an den Küsten des Oceans auftreten. Vielleicht sind auch hierher zu rechnen die Mineralsubstanzen, aus deren Verbindung und Verdichtung die Meteorite entstehen.
2) Zu den schon als feste Körper in die Atmosphäre gelangten Substanzen dagegen sind zu rechnen einerseits die staubförmigen Massen

§. 8. Gesteinsmassen des Erdkörpers umfaßt man mit dem Namen: Verwitterung. Das Product derselben besteht stets aus unkrystallinischen erdigen Massen, aus denen sich dann die verschiedenen Modificationen des Erdbodens, dieses unentbehrlichen Trägers alles organischen Lebens, entwickeln. Die gasförmigen Bestandtheile der Atmosphäre sind demnach als die Erzeuger all des Grund und Bodens zu betrachten, auf welchem einerseits allein das Pflanzen- und Thierleben ent- und bestehen kann, und aus welchem andererseits die Natur das Material zur Bildung neuer Erdrindemassen (z. B. der Sandsteine, Conglomerate und Schieferthone) entnimmt. — Im Uebrigen wird von dem Witterungsprocesse später da, wo überhaupt von den Veränderungen, welche die Gesteinsmassen der Erdrinde erleiden können, die Rede ist, noch Weiteres mitgetheilt werden.

4) Der Wasserdunst der Atmosphäre ist nächst dem Sauerstoffe für die Erde und ihre Bewohner der wichtigste Bestandtheil des Luftmeeres, ja ohne ihn kann weder der Sauerstoff noch die Kohlensäure auf die festen Massen des Erdkörpers einwirken, da bekanntlich unter den gewöhnlichen Temperaturverhältnissen trockene Luftarten sich nicht dauernd mit festen Körpern verbinden können. Zwischen diesen beiden Körperarten spielt die Luftfeuchtigkeit und überhaupt das Wasser die Rolle zunächst des Anregers, indem es den festen Körper disponirt, sich mit luftförmigen Stoffen zu verbinden; sodann des Vermittlers, indem es die Masse des festen Körpers lockert und erweicht, so daß die Umwandlungspotenzen von außen her in das Innere derselben eindringen können; weiter des Lösungsmittels, so daß sich, — was bei allen chemischen Verbindungen nothwendig ist, — die kleinsten Theile der Körper gegenseitig auf das Innigste berühren können; endlich auch des Transportmittels, indem es die durch seine Hülfe entstandenen neuen Producte löst und dahin fluthet, wo sie zu anderen Zwecken benutzt werden sollen. Wie zwischen luftförmigen und festen Körpern, so ist nun überhaupt das Wasser der Atmosphäre das nimmer rastende und unentbehrliche Einleitungs- und Ausführungsmittel für alle chemischen Processe, welche im Bereiche der Erdrindemassen vor sich gehen, wenn anders nicht diese Processe durch Schmelzhitze ausgeführt werden. Aber nicht bloß für die chemischen Processe zwischen anorganischen Substanzen, sondern auch für alle Lebensprocesse der Organismen ist das atmosphärische Wasser, mag es nun als Luftfeuchtigkeit oder im tropfbaren Zustande, sei es als Nebel, Thau, Regen oder Quellwasser, auftreten, das Anregungs-, Vermittlungs- und Ausführungsmittel. Ohne Luftfeuchtigkeit kann weder Thier noch Pflanze athmen; ohne Wasser erhält die Pflanze keine Nahrung weder aus der Luft noch aus dem sie tragenden Boden; ohne Wasser kann kein Organismus die von ihm aufgenommene Nahrung in Körpersubstanz umwandeln. —

Der Wassergehalt der Atmosphäre ist indessen nicht nur der Anreger und Unterhalter aller chemischen Processe, welche auf Erden vor sich gehen: Er wirkt auch mechanisch verändernd auf den Erdkörper ein. Als Regen erzeugt er die Quellen und Flüsse, als Regen ersetzt er dem

sie bei dem Umrütteln der Wassermasse die dem Thierleben verderblichen Stoffe austreibt und dafür frische Lebensluft dem Wasser zuführt; §. 8.

2) aber auch feste Theile des Erdkörpers in Bewegung setzt. — Wenn die von den Luftströmen gejagte Meereswoge all' den Sand, welchen sie vom Grunde ihres Bettes aufgewühlt hat, auf den niederen, flachen Stellen ihres Strandes absetzt, dann häuft ihn der vom Meere her fluthende Wind zu den öden, immer beweglichen Hügelreihen der Dünen auf, welche dann ein Magazin bilden, von welchem aus er auf weite Strecken hin das ebene Land mit Sand überschüttet und es oft in unwirthbare Sandwüsten umwandelt. Aber umgekehrt treibt nun auch der vom Lande her nach dem Meere hin fluthende Wind wieder den Sand in das Becken des Meeres und häuft ihn in demselben zu Sandbänken an, ja er treibt ihn nach den nahe gelegenen Inseln und verschüttet nicht selten deren üppige Vegetation mit einer mehr oder minder hohen, unfruchtbaren Sanddecke. Und wie mit dem Sande des Meeres, so wirthschaftet der Luftstrom auch mit dem, unter dem Namen der Asche allbekannten, körnigen und pulverigen Sande, welchen tobende Vulcane auswerfen. Hunderte von Meilen jagt er diese Asche weit weg über Land und Meer und verschüttet mit derselben die Culturländereien und Wohnsitze der Menschen. Zugleich aber schafft er mit derselben das Material, aus welchem auf dem Grunde des Meeres und an den Abhängen der Vulcanenberge unter dem Einflusse des Meer- oder Regenwassers mit der Zeit neue Erdrindemassen entstehen. — Aber auch innerhalb des Landes bringt die Strömung der Luft gar mancherlei Veränderungen hervor. An der einen Stelle entreißt sie einer ausgetrockneten und staubig gewordenen Erdbodenfläche Bestandtheile, um sie an einer anderen wieder abzusetzen. Auf diese Weise macht sie hier den sandig-thonigen Boden zum sandigen und dort aus den sandigen zum thonig-sandigen. Ferner ist es auch bekannt, daß heftige Luftströmungen selbst Felsmassen zersprengen können. — Endlich darf auch nicht übersehen werden, daß die Luftströmungen die Vertheiler und Verbreiter des Pflanzenreiches sind, indem sie nicht bloß die Befruchtung der Blüthen (wenigstens bei den Pflanzen mit eingeschlechtigen Blüthen) befördern, sondern auch die Samen und Keime der Pflanzen oft weit hin transportiren und verbreiten. In dieser Weise bestreuen sie die kahle Felswand mit den Keimen von Flechten und Moosen, wodurch dieselbe den Verwitterungspotenzen zugänglich gemacht und am Ende in mürben, erdigen Schutt umgewandelt wird.

II. Noch weit mannichfaltiger und größer ist der Einfluß, welchen die Atmosphäre durch ihre Bestandtheile auf die Massen des Erdkörpers ausübt.

ſodann aber muß es auch ſelbſt, wie ſchon im vorigen Paragraph angegeben worden, alle auf Erden ſtattfindenden chemiſchen Proceſſe einleiten und ausführen helfen, Mineralſubſtanzen auflöſen, Felstrümmer zerkleinern, ſchlämmen und dahinfluthen, wo Klüfte, Spalten und Schluchten auszufüllen oder neue Landesmaſſen zu ſchaffen ſind. Wo daher auf Erden kein Waſſer iſt oder wirthſchaften kann, da iſt ſcheinbar Stillſtand in der Weiterentwickelung des Erdkörpers und Tod im Reiche der Organismen, wenn anders nicht Luftſtrömungen von Zeit zu Zeit atmoſphäriſches Waſſer dahin fluthen.

Erklärung: Wenn Waſſer verdampft, ſo bindet es Wärme und wenn ſein Dampf ſich wieder zu tropfbarem Waſſer oder gar zu Schnee verdichtet, ſo wird ſeine gebundene Wärme wieder frei und thätig. Wenn daher in den Aequatorialländern in Folge der hohen Temperaturgrade ſehr viel Waſſer verdampft, ſo wird das heiße Klima dieſer Länder ſo abgekühlt, daß Organismen daſelbſt leben und gedeihen können, und wenn nun weiter die mit warmen Waſſerdämpfen geſättigte Luft durch Strömungen in die Polarländer gefluthet wird, ſo verdichten ſich in Folge des kälteren Klimas die zugeflutheten Waſſerdämpfe zum Theil zu Waſſer, ſo daß nun ihre hierdurch frei werdende Wärme dieſe kalten Ländergebiete der Erde bewohnbar macht. — In dieſer Beziehung erſcheinen demnach die Strömungen des Waſſerdampfes als die Regulatoren des Klimas, wie oben angedeutet worden iſt.

§. 10. **Arten der Waſſerhülle.** — Die atmoſphäriſche Lufthülle bildet eine zuſammenhängende, nirgends von dem Erdkörper ganz unterbrochene Maſſe. Nicht ſo iſt es mit der Waſſerhülle des letzteren; denn dieſe gleicht einem von den Landesmaſſen der Erde vielfach durchbrochenen Waſſerſchleier, in welchem der erdumgürtende Ocean das noch zuſammenhängende Grundgewebe bildet, während die in ihm mündenden Fließgewäſſer gleichſam die Franzen ſeines Randes darſtellen und von dieſem aus wie ein Netz von Adern die aus dem Schooße des Oceans hervorragenden Landesinſeln durchziehen.

Je nachdem nun die verſchiedenen Waſſeraggregationen der Erdoberfläche ihrer Hauptmaſſe nach entweder an dem Orte ihrer Anſammlung für immer verweilen oder von dieſem Orte unaufhaltſam ſich fortbewegen, theilt man die ſämmtlichen Waſſeranſammlungen der Erdoberfläche in *ſtehende*, zu denen vor allen der Ocean, die Seen, die Sümpfe und Moore gehören, und in *fließende*, zu denen die Quellen, Waſſerfälle, Bäche, Flüſſe und Ströme zu rechnen ſind.

Unter dieſen beiden Abtheilungen müſſen die Fließgewäſſer zuerſt betrachtet werden; denn ſie ſind die Erzeuger oder doch die Ernährer aller ſtehenden Gewäſſer.

A. Die fließenden Gewäſſer.

1. Die Quellen.

§. 11. **Ihre Bildung.** — Wenn Regenwaſſer durch eine, das Waſſer durchlaſſende, Boden- oder Sandmaſſe oder auch durch Riſſe und Spalten in Lagen der Erdrinde eindringt und dann nach einem längeren oder kürzeren unterirdiſchen Laufe an irgend einer geeigneten Stelle wieder an die Erd-

3) Die Kohlensäure ist trotz ihrer geringen Menge in der Atmosphäre das Hauptmittel, durch welches die bei Weitem meisten Zersetzungen der festen Theile des Erdkörpers vollzogen werden. Sie vermag jedoch, wie auch schon in der I. Abtheilung dieses Werkes §. 79. S. 175 gezeigt worden ist, nur mit Hülfe des Wassers auf ein festes Mineral einzuwirken, weil sie für sich allein als eine schwache, luftförmige Säure nicht innig und dauernd genug an solchen Mineralkörpern haften kann. Aber auch im Verbande mit dem Wasser kann sie sich nur da recht wirksam zeigen, wo sie gegen die Verdunstungspotenzen — Wärme und Luftströmungen — geschützt ist, wie dieses z. B. der Fall ist innerhalb der Spalten und Klüfte von Felsarten. §. 8.

Wie nun an der angedeuteten Stelle in der Mineralogie S. 176 schon näher angegeben worden ist, so besteht der Wirkungskreis der Kohlensäure hauptsächlich in folgenden Thätigkeiten:

1) Sie regt reine Metalle zur Oxydation an, ganz besonders diejenigen, welche sich schon bei gewöhnlicher Temperatur mit dem Sauerstoff zu verbinden vermögen, sobald sie nur von einer wässerigen Säure dazu angeregt werden und dann mit demselben ein stark basisches Monoxyd bilden, mit welchem sich die Kohlensäure zu einem Carbonate verbinden kann.

2) Sie zersetzt mit Hülfe des Wassers alle zusammengesetzten Silicate, welche unter ihren Bestandtheilen stark-basische Monoxyde so namentlich Alkalien, alkalische Erden und Eisen- und Manganoxydul enthalten. Sie führt aber diese Zersetzung um so leichter und schneller aus, je reicher die Silicate an Kalkerde sind. Ueberhaupt macht sich in Beziehung auf die leichtere oder schwerere, langsamere oder schnellere Zersetzbarkeit der Silicate durch die Kohlensäure folgende Reihenfolge bemerklich:
   a. Kalkerdereiche Silicate werden am schnellsten durch die Kohlensäure angegriffen; kalkerdeleere nur langsam;
   b. Alkalireiche Silicate werden langsamer, aber immer noch schneller als alkalienleere zersetzt;
   c. Magnesia- oder eisenoxydulreiche Silicate werden um so langsamer und schwerer angegriffen, je ärmer sie an Alkalien, namentlich aber an Kalkerde sind.

3) Die mit Wasser verbundene Kohlensäure vermag Mineralien, welche in reinem Wasser unlöslich sind, aufzulösen, ohne ihren chemischen Bestand zu ändern. Dieses ist namentlich der Fall mit allen kohlen-, phosphor- und arsensauren Salzen, sowie mit den Fluormetallen (z. B. dem Flußspath) und der eben erst aus der Zersetzung von Silicaten freigewordenen Kieselsäure. Wenn nun das kohlensäurehaltige Lösungswasser verdunstet, dann setzen sich alle die von ihm gelöst gehaltenen Salze unverändert wieder ab.

Die Summe aller der durch den Sauerstoff und die Kohlensäure mit Hülfe des Atmosphärenwasserdunstes ausgeführten Veränderungen an den

§. 11. β. der eine Schenkel der Gesteinsschichte an der oberen Region eines Berges mündet, während das andere Ende dieser Schichte entweder in der Sohle einer vorliegenden Ebene oder an dem unteren Gehänge eines anderen, dem ersten gegenüber liegenden und vielleicht weit entfernt vom ersten befindlichen Berges hervortritt (Fig. 3 bei c^2).

Die unter diesen Verhältnissen entstehenden Quellen fließen nun entweder ununterbrochen oder nur zu gewissen Zeiten und erscheinen entweder wasserreich oder wasserarm. Alle diese Verhältnisse hängen theils wieder von der Lage und Vertheilung der Wasser auffangenden und dasselbe leitenden Erdrindemassen theils aber auch von dem inwendigen Baue einer Gegend ab.

Wenn das Regenwasser durch eine durchlassende Masse, sei es nun eine Steinschutt- oder Erdbodenlage, sei es durch eine poröse und zerklüftete Gesteinsschichte auf eine geneigt liegende, undurchlässige Felslage, welche mit ihrem unteren Ende in einer vorliegenden Ebene mündet, dringt, so wird es, wie Fig. 1 zeigt, auf derselben abwärts und ohne Aufenthalt

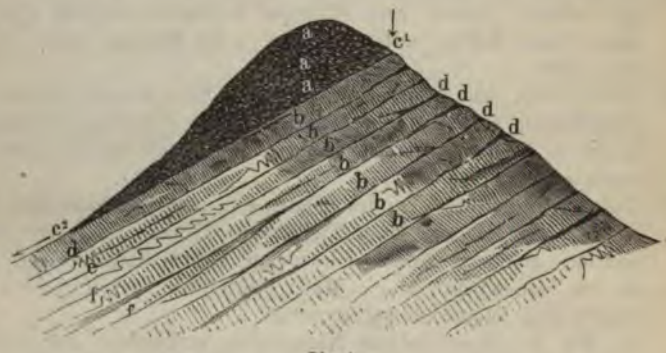


Fig. 1.

a. a. a. Wasser durchlassende Gesteinslagen.
b. b. b. Feste, das Wasser nicht durchlassende Gesteinslagen. Das bei dem Punkte c^1 eindringende Wasser kommt bei dem Punkte c^2 als Quelle wieder zum Vorscheine; das bei den Punkten d. d. d. d. eindringende Wasser dringt zu unbekannten Tiefen in die Erdrinde.

aus ihrem Ende abfließen. Die hierdurch entstehende Quelle wird nur so lange fließen, als es eben regnet und wird auch nur dann wasserreich sein, wenn es viel und stark regnet. Diese Art von Quellen, welche man gewöhnlich Schichtwasser, Hungerquellen oder Maibrunnen nennt, sind nur in denjenigen Zeiten des Jahres thätig, in welchen es viel regnet oder die winterliche Schnee- und Eisdecke auf den Bergen schmilzt, am meisten im Frühjahre (Mai) nach einem nassen und schneereichen Winter, in den Hochgebirgen, z. B. auf den Alpen, aber in heißem Sommer und noch dazu nur am Tage, weil da der Schnee und das Gletschereis am stärksten schmilzt. — Nicht viel ergiebiger sind diejenigen Quellen, welche aus einer einfachen, winkelförmig gebogenen Gesteinsschichte mit ungleich langen Schenkeln hervortreten; denn diese werden nur so

Ocean alles Wasser wieder, was derselbe durch den Verdunstungsproceß verloren hat. Als Regen aber bringt er auch an den festen Massen des Erdkörpers die mannichfachsten und großartigsten Veränderungen hervor, wie später in den §§. 15 ff., in denen von dem Einflusse des Wassers auf die Veränderungen des Erdkörpers die Rede ist, noch ausführlich gezeigt werden wird.

II. Die Wasserhülle des Erdkörpers.

§. 9. **Kreislauf des Wassers und Zweck desselben.** — Wie schon im §. 7 angedeutet worden ist, so befindet sich das Wasser in einer unaufhörlichen Bewegung. Aus seinen unterirdischen Sammelhöhlen durchrinnt es hin und her irrend die Risse und Spalten der Erdrinde, bis es an der Oberfläche der letzteren eine Ausgangspforte zur Oberwelt gefunden hat. Nun tritt es als sprudelnde, hüpfende oder springende Quelle zu Tage, um entweder gleich am Orte seines Quellbeckens ein sogenanntes stehendes Gewässer, — sei es einen Sumpf, einen Teich oder einen See, — zu bilden oder als fließendes Wasser, — sei es als stürzender Wasserfall oder als gleitender Bach und Fluß seinem Quellorte zu entfliehen und nach längerem oder kürzerem Umherziehen durch Gebirgs- und Ebenenländer sich in sein allgemeines Sammelbecken, den Ocean, zu flüchten. Aber auch da, wie auf seinem ganzen Zuge über die Oberfläche des Erdkörpers, hat es noch keine Ruhe. Jeden Augenblick und jede Gelegenheit benutzend, erhebt es sich nun als Wasserdampf zur Atmosphäre, seiner ursprünglichen Geburtsstätte, in welches es jedoch auch keinen dauernden Sitz findet; denn sobald irgend eine Ueberfüllung desselben in der Atmosphäre eintreten will oder sobald durch irgend eine Ursache, z. B. durch kalte Luftströme, eine Erkältung der letzteren eintritt, verdichtet sich ein Theil des eben erst emporgestiegenen Wasserdampfes wieder zu Luftfeuchtigkeit oder Luftnebel, zu Wolken, Thau, Regen oder Schnee, um zur Erde zurückzukehren, und von hier aus seinen Kreislauf wieder von Neuem anzutreten.

So ist der Kreislauf des Wassers beschaffen und so wird er so lange dauern, als der Erdkörper mit seiner Lufthülle in seinem jetzigen Zustande verweilt. Aber dieser Kreislauf ist es, welcher eben alles Bestehende auf der Erde in dem Zustande und in der Art erhält, wie es in der Gegenwart ist und wie es von dem Augenblicke an zu werden begann, in welchem die mit Wasserdampf übersättigte Atmosphäre die ersten Niederschläge tropfbaren Wassers auf der erstarrenden Kruste des jungen Erdkörpers bildete. Denn das auf- und niedersteigende, durch alle Theile der Erdrinde schleichende und alle Länder der Erdoberfläche benetzende Wasser ist nicht seinetwegen in beständiger Bewegung, sondern muß während seines mannichfaltigen Laufes zunächst die klimatischen Verhältnisse des Erdkörpers regeln, damit überall das Reich der Organismen ent- und bestehen kann und die chemischen Processe, durch welche die starren Massen der Erdrinde umgewandelt und neue geschaffen werden, ungehindert stattfinden können; —

§. 11 beckens zu liegen kommt, so fließt das Wasser dieses letzteren wieder zu der unterirdischen Wasserhöhle so lange zurück, bis diese letztere gleiches Niveau mit dem äußeren Becken hat. Daß in dieser Weise sich selbst ein See entleeren kann, zeigt der allbekannte Zirknitzer See in Krain (Fig. 5.).

Fig. 5.

a. Seebecken.
b. Wasserhöhle.
c. Wasserzufluß
d. Quelle zur Speisung des See's.
f. und g. Unterirdische Abflüsse.

Am reichlichsten und nachhaltigsten werden immer diejenigen Quellen fließen, welche aus einem unterirdischen Wasserbehälter kommen, welches von zahlreichen, verschieden hochgelegenen Wasseradern gespeist wird, während der eigentliche Quellcanal von der Sohle eines solchen Wasserbehälters nach der Erdoberfläche abzieht.

Eine besondere Erwähnung verdienen noch die intermittirenden Quellen, welche innerhalb kürzerer Zeiträume z. B. von einigen Minuten, Stunden und Tagen abwechselnd fließen und nicht fließen. Die Ursache dieser Unterbrechung des Quellenlaufes kann verschieden sein:

1) Es können Gase, z. B. Kohlensäure, welche aus dem Quellcanale aufsteigen und dann durch den Druck der Atmosphäre am weiteren Entweichen verhindert, an der Mündung dieses Canales festgehalten werden, abwärts auf das Quellwasser drücken, so daß dieses nicht eher zur Mündung gelangen und ausfließen kann, bis entweder das sich anhäufende Gas den Druck der Atmosphäre oder das von Innen nach Außen drängende Wasser den Gasdruck überwunden hat, wie dieses z. B. der Fall bei der Gasquelle von Kissingen ist.
2) Es kann Wasserdampf sich in einem unterirdischen Bassin über dem daselbst befindlichen Wasser so lange anhäufen, bis in Folge der Zusammenpressung seine Ausdehnungs- oder Spannkraft so groß geworden ist, daß er das ihn zusammenpressende Wasser durch den Mündungscanal so lange durchpreßt, bis er selbst entwichen ist (Fig. 6). Ist dieses geschehen, dann sinkt die im Mündungsbecken befindliche Wassermasse wieder so lange in ihr inneres Wasserbassin zurück, bis sie von Neuem durch sich anhäufenden Dampf in die

§. 11.

oberfläche tritt, so bildet das an dieser Stelle (oder Quellenmündung) hervorfließende Wasser eine Quelle.

Es kann allerdings auch das durch Erdspalten eindringende Wasser schmelzender Schnee- und Eismassen oder auch von Seen und Flüssen Veranlassung zur Bildung von Quellen geben, aber das aus der Atmosphäre zur Erde niederfallende Regen- oder Meteorwasser bleibt doch ihr Hauptbildungsmaterial, wie auch schon daraus hervorgeht, daß einerseits in Ländern, in welchen nur selten oder nie Regenmassen niederfallen, Quellen nie oder nur selten vorkommen, und andererseits in heißen trocknen Sommern viele Quellen versiegen.

Es können indessen in einer Gegend große Mengen von Regenwasser niederfallen und doch keine Quellen bilden, sobald in derselben die Erdrindemassen eine solche Beschaffenheit und Lage haben, daß sie das auffallende Wasser entweder durch sich durch bis zu großen Tiefen niedersinken lassen oder doch weit weg nach ganz anderen Gegenden leiten oder auch gleich von ihrer Außenfläche ganz abgleiten lassen. Es folgt daraus, daß das Regenwasser in einer Gegend nur unter gewissen Bedingungen Veranlassung zur Bildung von Quellen geben kann. Unter diesen Bedingungen treten hauptsächlich folgende hervor:

1) Die an der Oberfläche der Erde befindlichen Massen müssen entweder aus lockeren, porösen oder schüttigen Substanzen bestehen oder von Spalten und Rissen, welche abwärts in die Erdrinde leiten, durchzogen sein.
2) Unter diesen, das Wasser durchlassenden, Erdrindelagen müssen Gesteinsschichten folgen, welche das zu ihrer Oberfläche gelangende Wasser nicht durch sich durchlassen, so daß es sich auf ihnen ansammeln kann.
3) Diese Gesteinsschichten müssen endlich eine solche Stellung oder Lage haben, daß das auf ihnen hinfließende Wasser an irgend einem niedriger gelegenen Punkte wieder zur Erdoberfläche gelangen und an ihm herausfließen kann. Unter diesen Stellungsverhältnissen sind hauptsächlich folgende bemerkenswerth:
   a) Die das niedersinkende Regenwasser aufhaltende und leitende Gesteinsschichte eines Berges oder Hügels hat eine von der Berghöhe zur vorliegenden Ebene absinkende, schiefe Lage.
      α. Tritt nun das untere Ende dieser Schichte über oder dicht unter der Oberfläche der vorliegenden Ebene zu Tage, so wird an der unteren Mündung dieser Schichte alles eindringende Wasser als Quelle wieder hervorsprudeln (Fig. 1 bei c 2);
      β. sinkt aber diese Gesteinsschichte bis zu unbekannter Tiefe unter der Oberfläche ein, dann verliert sich in den meisten Fällen ihr Wasser in den tiefern Lagen der Erdrinde (Fig. 1 bei d. e. f.).
   b) Die das niedersinkende Regenwasser leitende Gesteinsschichte einer Bergmasse ist winkelförmig gebogen und zwar so, daß
      α. der eine Schenkel der Gesteinsschichte in der oberen Region eines Berges mündet, während das andere Ende dieser Schichte in der unteren Region an der entgegengesetzten Seite dieses Berges zu Tage tritt (Fig. 2 bei c.);

§. 11 beckens zu liegen kommt, so fließt das Wasser dieses letzteren wieder zu der unterirdischen Wasserhöhle so lange zurück, bis diese letztere gleiches Niveau mit dem äußeren Becken hat. Daß in dieser Weise sich selbst ein See entleeren kann, zeigt der allbekannte Zirknitzer See in Krain (Fig. 5.).

Fig. 5.

a. Seebecken.
b. Wasserhöhle.
c. Wasserzufluß
d. Quelle zur Speisung des See's.
f. und g. Unterirdische Abflüsse.

Am reichlichsten und nachhaltigsten werden immer diejenigen Quellen fließen, welche aus einem unterirdischen Wasserbehälter kommen, welches von zahlreichen, verschieden hochgelegenen Wasseradern gespeist wird, während der eigentliche Quellcanal von der Sohle eines solchen Wasserbehälters nach der Erdoberfläche abzieht.

Eine besondere Erwähnung verdienen noch die intermittirenden Quellen, welche innerhalb kürzerer Zeiträume z. B. von einigen Minuten, Stunden und Tagen abwechselnd fließen und nicht fließen. Die Ursache dieser Unterbrechung des Quellenlaufes kann verschieden sein:

1) Es können Gase, z. B. Kohlensäure, welche aus dem Quellcanale aufsteigen und dann durch den Druck der Atmosphäre am weiteren Entweichen verhindert, an der Mündung dieses Canales festgehalten werden, abwärts auf das Quellwasser drücken, so daß dieses nicht eher zur Mündung gelangen und ausfließen kann, bis entweder das sich anhäufende Gas den Druck der Atmosphäre oder das von Innen nach Außen drängende Wasser den Gasdruck überwunden hat, wie dieses z. B. der Fall bei der Gasquelle von Kissingen ist.
2) Es kann Wasserdampf sich in einem unterirdischen Bassin über dem daselbst befindlichen Wasser so lange anhäufen, bis in Folge der Zusammenpressung seine Ausdehnungs- oder Spannkraft so groß geworden ist, daß er das ihn zusammenpressende Wasser durch den Mündungscanal so lange durchpreßt, bis er selbst entwichen ist (Fig. 6). Ist dieses geschehen, dann sinkt die im Mündungsbecken befindliche Wassermasse wieder so lange in ihr inneres Wasserbassin zurück, bis sie von Neuem durch sich anhäufenden Dampf in die

lange fließen, als der längere Schenkel ganz voll Wasser ist und werden aufhören, sobald in diesem das Wasser nicht höher steht als in dem kürzeren (Fig. 2 und 3). — Wenn aber der längere Schenkel einer undurchlassenden, winkelförmigen Gesteinsschichte nach unten in einer Höhle mündet, in welcher sich das eindringende Regenwasser ansammeln kann, und der kürzere Schenkel von dieser Sammelhöhle ausgeht, dann wird aus diesem letzteren so lange

§. 11.

Fig. 2.

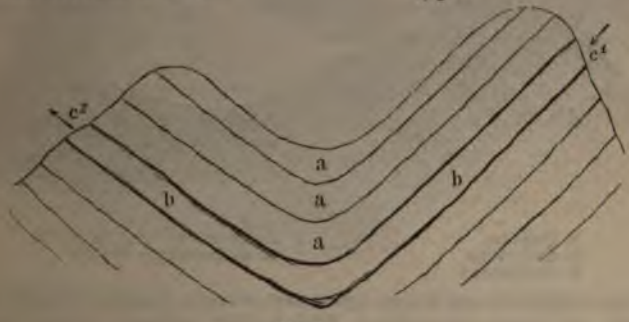


Fig. 3.

Wasser ausfließen, als seine innere Mündung noch unter dem Niveau des in der Höhle befindlichen Wassers liegt (Fig. 4.).

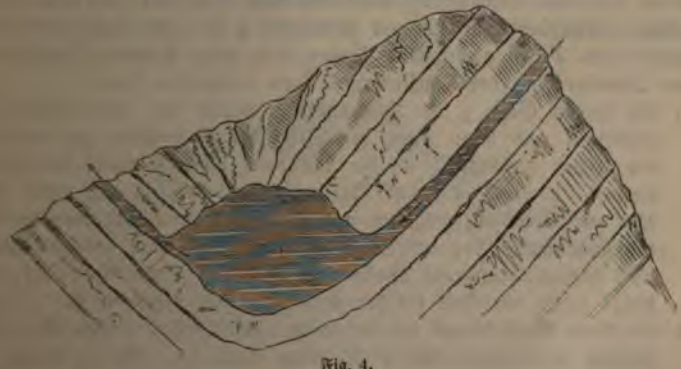


Fig. 4.

Wenn eine solche Quelle auf der Sohle eines Wassertümpfels oder Sees mündet, so wird sie diesen speisen, so lange sie eben noch aus der Berghöhle Wasser erhält; wenn aber diese Sammelhöhle durch anderweitige Abflüsse sich soweit entleert, daß das Niveau des in ihr enthaltenen Wassers unter die Oberfläche des von ihren Quellen gespeisten Wasser-

§. 12. während höher iſt als die der gewöhnlichen Quellen in einem und demſelben Landesgebiete. Dieſer Unterſchied iſt aber nur ein relativer und ſogar nichtsſagender, indem in dieſem Falle ſchon 1 Grad Wärme, welchen eine Quelle *mehr* als die übrigen Quellen eines Landes zeigt, dieſe Quelle zu einer warmen machen würde, ſo daß z. B. in Lappland eine Quelle, welche beſtändig zwei Grade Wärme zeigte, zu den warmen gehören müßte, da die übrigen Quellen dieſes Landes gewöhnlich *unter* 2 *Grad* Temperatur zeigen; außerdem aber die Quellen eines Landes in ihren Temperaturverhältniſſen ſehr wechſeln können, ſo daß, wenn man überhaupt in dieſer Beziehung einen Unterſchied machen will, man vor Allem die Urſachen kennen lernen muß, von denen die Temperatur einer Quelle abhängig iſt. Es iſt dieſes auch ſchon deshalb nothwendig, weil von den Temperaturverhältniſſen einer Quelle einerſeits ihre Wirkungskraft auf die von ihr durchdrungenen Maſſen der Erdrinde und ihr eigener Gehalt an Mineralſubſtanzen wenigſtens theilweiſe abhängt und andererſeits ein Schluß gezogen werden kann auf die Temperaturverhältniſſe des Erdinnern ſelbſt.

Im Allgemeinen nun hängt die Temperatur, welche das Waſſer einer Quelle während einer Jahresfriſt zeigt, von folgenden Urſachen ab:

1) *Von der Tiefe der Erdrinde, aus welcher eine Quelle hervortritt.* — Es iſt bekannt, daß zunächſt die Temperatur der oberſten Erdrindelagen abhängig iſt von der gerade herrſchenden Temperatur der Atmoſphäre; ferner die mittlere Temperatur dieſer oberſten Erdrinde wenige Fuß unter der Erdoberfläche gleich iſt der mittleren Lufttemperatur an demſelben Orte; endlich, wenigſtens in der gemäßigten Zone, bei 60 Fuß Tiefe der Einfluß der Lufttemperatur gleich Null wird, ſo daß in dieſer Tiefe die Erdrinde während des ganzen Jahres eine gleichmäßige Temperatur zeigt. Alles Waſſer nun, ſei es Fluß- oder Regenwaſſer, welches von Außen her in die Erdrinde eindringt, nimmt an dieſen Temperatur-Veränderungen der oberſten Lagen dieſer Rinde Theil und zwar um ſo mehr, je weniger tief es in dieſelben eindringt. Dem gemäß wird alſo auch eine Quelle zunächſt um ſo mehr ſich in ihrer Temperatur derjenigen in der Atmoſphäre nähern, je näher das Rinnbett ihres Waſſers der Erdoberfläche liegt; ſodann in ihrer Temperatur während eines Jahres ebenſo wechſeln, wie die Temperatur der oberen Erdlagen, welche ihr Waſſer durchrinnt, und der Atmoſphäre ſelbſt, ſo daß in ihrer Temperatur ebenſo wie in der letzteren ein jährliches Maximum (bis zum September oder auch October) und Minimum (bis zum März oder auch April) vorhanden iſt; endlich aber auch eine um ſo gleichbleibendere Temperatur zeigen, je tiefer aus der Erdrinde ihr Waſſer heraufdringt, ſo daß Quellen, deren Waſſer aus einer Tiefe von 60 Fuß kommt, unter ſonſt gleichen Verhältniſſen das ganze Jahr faſt einerlei Temperatur beſitzen. — In mancher Beziehung erleidet jedoch dieſer Erfahrungsſatz eine Abänderung dadurch,

2) *daß die Maſſen der Erdrinde, welche das Waſſer einer*

Höhe getrieben wird. Dies ist höchst wahrscheinlich der Fall bei den meisten vulcanischen Springquellen, wie später bei der Betrachtung der heißen Quellen noch näher gezeigt werden soll.

Fig. 6.

a. Dampfcanal. b. Dampfansammlung. c. Wasser. d. Wassercanal. e. Quellenmündung.

3) Endlich kann es auch vorkommen, daß von einem unterirdischen Wasserbassin (a) eine heberförmige, mit ihrem Knie (b) nach oben gebogene Abzugsröhre (d b c) zur Erdoberfläche abgeht, aus welcher dann das in dem Wasserbassin (a) sich ansammelnde Wasser so lange abfließt, als die Wasseroberfläche in ihm noch in gleicher Höhe mit dem Knie b steht (Fig. 7).

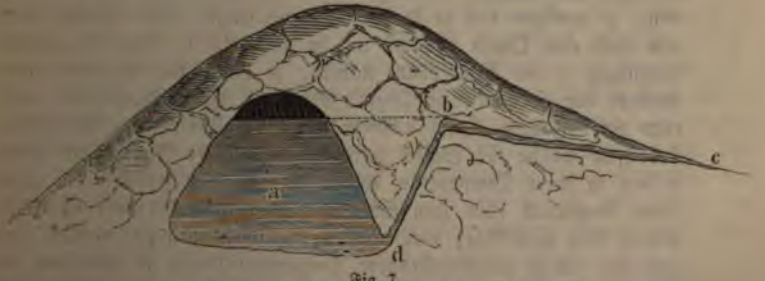


Fig. 7.

a. Unterirdisches Wasserbecken. d. b. c. Abzugscanal.

Temperaturverhältnisse der Quellen. — Je nach den Wärmegraden, welche das Wasser einer Quelle Jahr aus Jahr ein zeigt, unterscheidet man im gewöhnlichen Leben kalte und warme Quellen und versteht unter den letzteren alle diejenigen Quellen, deren Wassertemperatur fort- §. 12.

wird oder ſo lange bis die in ihrer Nähe befindlichen vulcaniſchen Schmelze vollſtändig erkaltet und erſtarrt ſind.

Alle dieſe eben angegebenen Urſachen bedingen vorzüglich die Temperatur-Verhältniſſe der Quellen. Es wirken ihrer demnach gar manche auf eine und dieſelbe Quelle ein; darum iſt es aber auch ſehr ſchwierig, dieſe Verhältniſſe ſelbſt von einer und derſelben Quelle zu beſtimmen. — Anders dagegen iſt es mit den heißen Quellen oder Thermen, welche jetzt etwas näher betrachtet werden ſollen.

§. 13. **Fortſetzung: Die heißen Quellen oder Thermen.** — Wie im vorigen Paragraph ſchon erwähnt worden iſt, ſo erſcheint der Begriff von warmen Quellen im Allgemeinen nur als ein relativer, ſobald man unter ihnen alle diejenigen Quellen verſteht, deren mittlere Waſſertemperatur die der oberſten Erdrindenlage oder der Luft an dem Orte ihres Hervortretens um einen oder mehrere Grade übertrifft. Setzt man nun aber mit G. Biſchof (Lehrb. der chem. u. phyſikal. Geologie I. Bd. S. 187) als beſtimmtes Wärmemaß für die warmen Quellen die mittlere Temperatur der Luft am Aequator und im Niveau der daſelbſt befindlichen Meeresfläche $= 22^0$, ſo muß eine abſolut warme Quelle eine ſolche ſein, deren Waſſertemperatur die des Aequators übertrifft, alſo über 22^0 beträgt, mag ſie an der Erdoberfläche hervortreten, wo ſie will.

Solche Quellen nun, deren mittlere Temperatur über 22 Grade beträgt, finden ſich über die ganze Erde verbreitet, in allen Höhen (— z. B. in den Cordilleren noch in einer Höhe von 12,313 Fuß, ſo die 25^0 warme Schwefelquelle von Juan und die über 28^0 warme Agua tibia —), in allen Gebirgsformationen und in dem Gebiete aller, — ſowohl der neptuniſchen wie der vulcaniſchen, — Felsarten, vorzüglich aber auf der Grenze zwiſchen den geſchichteten und ungeſchichteten Erdrindemaſſen. Dieſe über alle Zonen und Regionen der Erde reichende Verbreitung der heißen Quellen deutet offenbar darauf hin, daß die Urſache ihrer Erwärmung eine ganz allgemeine, in der ganzen Erde verbreitete ſein muß und nicht von der wechſelnden Temperatur der Atmoſphäre abhängen kann. Da nun alle Erfahrungen übereinſtimmend lehren, daß die Temperatur in der Erdrinde mit der Tiefe immer mehr zunimmt, ſo iſt man ſchon längſt zu dem Schluſſe gekommen, daß einerſeits in dem Kerne des Erdkörpers eine Centralhitze ſein muß, welche von demſelben ſtrahlig in die Erdrinde eindringt, und andererſeits die heißen Quellen ihre hohe Temperatur eben durch dieſe von dem glühenden Erdkerne ausgeſtrahlte Wärme erhalten.

Zuſätze:

I. Nach dem eben Ausgeſprochenen müſſen alſo im Allgemeinen Quellen um ſo heißeres Waſſer beſitzen, je tiefer in der Erdrinde das Baſſin liegt, aus welchem ſie ihr Waſſer erhalten. Indeſſen treten ſie wohl nie mit der vollen Wärmeſumme, welche das Waſſer ihres Baſſins beſitzt, aus der Erdoberfläche hervor; denn während ihres Aufſteigens zu der letzteren kann ihre Wärmeſumme verringert werden einerſeits durch die Wärme auffaugenden Geſteinswände der von ihnen durchfloſſenen Spalten und andererſeits auch durch Zuflüſſe von kaltem Waſſer während ihres Zuges durch die Erdrinde.

Quelle von seinem Ursprunge bis zu seiner Mündung durchrinnt, sich nicht alle gleich empfänglich für die Temperatur-Veränderungen der Atmosphäre zeigen und dem gemäß auch nicht gleichmäßig auf das sie durchdringende Quellwasser einwirken können. So werden lose, sandige und erdige Aggregationen von der Temperatur der Atmosphäre leichter durchdrungen, als feste, unzerklüftete Felslagen. Und ebenso erhitzen sich unter den losen, schüttigen Erddecken die Sand reichen am Tage sehr stark, kühlen sich aber auch während der Nacht wieder sehr stark ab, während vom Wasser durchdrungene und dasselbe festhaltende thonreiche Erdbodenmassen sich in ihrer Temperatur ziemlich gleich bleiben. §. 12.

3) Auch die Richtung, in welcher ein Quellwasser die Erdrindemassen durchdringt, wirkt auf die Temperatur einer Quelle ein, da Wasser, welches die obersten Lagen der Erdrinde auf senkrecht niedersetzenden Felsspalten durchdringt, keine Zeit behält, sich die Temperatur seiner Umgebung anzueignen.

4) Ja auch die Länge seines Rinnweges in der Erdrinde ist nicht ohne Einfluß auf die Temperatur des Quellwassers. Wenn ein Quellwasser einen langen Weg nur durch die obersten, in ihrer Temperatur ganz von der Atmosphäre abhängigen, Erdrindelagen zurücklegen muß, so wird es sich um so mehr die Temperatur dieser Lagen aneignen; wenn es dagegen lange Zeit in Tiefen von 60 und mehr Fuß verweilt und dann nur kurze Zeit in diesen obersten Erdrindelagen sich aufhält, so wird es um so weniger von der Temperatur dieser letzteren ergriffen werden, je schneller es dieselben durchrinnt und je größer seine Wassermenge ist; denn je größer diese letztere ist, umsomehr bedarf sie der Wärme oder Kälte, um von ihr durchdrungen zu werden.

5) Auch das Wasser, welches von Außen her in die Erdrinde eindringt und die Quellen speist, ist nicht ohne Einfluß auf deren Temperatur; wenigstens lehrt die Erfahrung, daß Gletscher- und Schneewasser, welches in die Erdrinde eindringt, unter Verhältnissen die Temperatur der Quellen sehr herabdrückt, und ebenso sollen Quellen, welche durch Bäche und sonstige flache Gewässer gespeist werden, weit mehr die Temperatur der Atmosphäre zeigen, als Quellen, welche durch sehr tiefe Gewässer ihr Wasser erhalten. Dabei soll nun auch viel darauf ankommen, ob die Quellen vom Grunde oder von den obersten Lagen dieser Gewässer gespeist werden.

6) Endlich kann die Temperatur einer Quelle auch dadurch abgeändert werden, daß in der näheren Umgebung ihres unterirdischen Laufes vulcanische Dämpfe oder Schmelzmassen in die Höhe steigen. Es wird in diesem Falle aus einer sonst kalten Quelle eine heiße, welche so lange auch heiß bleibt, als sie noch von heißen Dämpfen durchdrungen

§. 13. Alaun u. ſ. w. theils Schwefelgebilde oft in den ſchönſten Kryſtalldruſen abſcheiden. Jedenfalls entſteht dieſe letzte Art heißer Quellen theils aus vulcaniſchen, mit Schwefelwaſſerſtoff geſättigten, Dämpfen, theils auch aus Schwefellagunen oder Solfataren, deren kochende und ſchwefelige Säure entwickelnde Schwefelbrühe von heißen Quellen durchdrungen wird. Bemerkenswerth erſcheint es, daß das Waſſer vieler dieſer letzten Art von heißen Quellen (— von denen unter anderen die von Girgenti in Sicilien, die von Kriſuvik und Reykjahlid auf Island und die vom Rotomahana und Rotorua auf Neu-Seeland zu nennen ſind —) mit Erdſchlamm untermiſcht iſt, ſo daß es einen mehr oder minder dicken Brei bildet, welcher beim Hervorſtoßen aus der Quellmündung ringsum dieſe letztere herum flach abgeſtumpfte, kugelförmige Hügel bildet (— ſogenannte Schlammvulcane —).

IV. Unter den heißen Springquellen verdienen wegen ihrer Großartigkeit eine ganz beſondere Erwähnung der Geyſir auf Island, die Tetarata-Quelle auf Neu-Seeland und die merkwürdigen Springquellen des Yellowſtone-Beckens am Firchole-River in den nordamerikaniſchen Felſengebirgen.

1) Der große Geyſir (Geyſir ſoviel wie Sprudel, Kochquelle) (Fig. 8) entſpringt auf einem flachen Kegel von Kieſelſinter, der 25—30′ hoch iſt und gegen 200′ Durchmeſſer hat. Auf dem Gipfel des Kegels befindet ſich ein rundes Baſſin von 6—7′ Tiefe und 50—60′ Durchmeſſer, in deſſen Grunde ſich eine 9′ weite ſchachtartige Röhre gegen 70′ in die Tiefe ſenkt. Wenn das Becken voll iſt und ruhig, ſo hat das Waſſer an der Oberfläche eine Temperatur von 76—89° C., während es in den erreichbaren Tiefen der Röhre eine Temperatur von 122 bis 127° C. zeigt. Von Zeit zu Zeit hat dieſer Geyſir Eruptionen, jedoch ohne genaue Periode: zuerſt mit Detonationen verbundene kleine Eruptionen, die ſich in Zwiſchenräumen von $1\frac{1}{2}$ Stunden wiederholen, wobei das Waſſer 9—10′ hoch aufwallt, dann die große Eruption, bei welcher eine mächtige Dampfſäule und eine heiße Waſſerſäule von 9′ Dicke 80—100′ hoch ausgeſchleudert wird. Dieſe großen Eruptionen treten alle 24—30 Stunden ein. Das Spiel dauert etwa 10 Minuten, nach demſelben iſt das Becken und ein großer Theil der Röhre leer und nur ganz allmählich ſteigt das Waſſer wieder, und eine neue Eruption bereitet ſich vor.

Beim großen Geyſir iſt nach Hochſtetter die Röhre im Vertikalſchnitt geſtaltet, wie die Fig. 9 zeigt. Nach jeder Eruption ſteht der

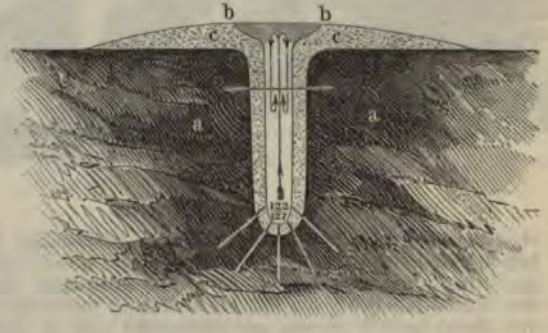


Fig. 9.
Durchſchnitt des Geyſirs.
a. Grundgebirge. b. Geyſirbaſſin. c. Kieſelſinter.

II. Es kann aber eine Quelle, deren Wasserbassin nicht in großen Tiefen der Erde liegt, doch auch heißes Wasser enthalten, wenn das ursprünglich kalte Wasser ihres Bassins von heißen Dämpfen durchdrungen wird, welche entweder aus in noch größeren Tiefen der Erde befindlichen heißen Wasseransammlungen oder von vulcanischen Heerden oder in manchen Fällen auch wohl von brennenden Steinkohlenlagern bis in diese Bassins emporsteigen. §. 13.

III. Die in den tiefen Spaltenthälern hoher, weit von allen vulcanischen Heerden entfernt liegender Gebirge hervorsprudelnden, heißen Quellen, wie z. B. die von Gastein in den Salzburger Alpen, Pfäffers in Graubünden, Leuk im Wallis, Baden und Wildbad im Schwarzwalde, Karlsbad, Wiesbaden u. s. w., sind jedenfalls solche Quellen, deren Wasser durch die aus tiefer liegenden heißen Wasserbassins aufsteigenden Dämpfe erhitzt wird. Dagegen erhalten wohl alle die im Gebiete von thätigen und scheinbar ruhenden Vulcanen vorkommenden heißen Quellen ihre Hitze durch die von dem vulcanischen Heerde selbst in sie eindringenden heißen Dämpfe. Diese vulcanischen Quellen haben in der Regel eine höhere Temperatur, als die übrigen heißen Quellen, ja ihre Temperatur kommt dem Kochpunkte des Wassers an ihrem Ursprunge sehr nahe, weshalb man sie auch wohl Kochbrunnen (Fig. 8) genannt hat. Außerdem aber unter-

Fig. 8.
Ein Kochbrunnen auf Neuseeland.

scheiden sie sich auch noch dadurch von den gewöhnlichen heißen Quellen, daß sie Stoffe in sich gelöst enthalten, welche in den letzteren nicht oder nur selten gefunden werden, so namentlich Kieselsäure, schwefelige Säure und Schwefelalkalien. So sind die berühmten vulcanisch heißen Spring- und Sprudelquellen Islands und Neuseelands reich an gelöster Kieselsäure, aus deren Abscheidung sich um das Quellbecken herum Kieselsinterwälle und Sinterterrassen bilden; dagegen zeigen sich andere dieser vulcanisch heißen Quellen reich an Schwefelverbindungen, aus denen sich im Gebiete dieser Quellen theils schön krystallisirte Sulfate, wie Gyps, Cölestin,

§. 13. während mehrere Fuß hoch aufwallenden, Wasser gefüllt, das in dem schneeweiß übersinterten Becken wunderschön blau erscheint. Ungeheuere Dampfwolken, die das Blau reflectiren, wirbeln auf. Die Temperatur

Fig. 11.

Wasserbecken der Tetarata-Quelle mit ihren Kieselsinterrändern.

in der Mitte ist wahrscheinlich dem Siedepunkte nahe, am Rande beträgt sie 84° C. Das Wasser reagirt neutral, schmeckt schwach salzig und incrustirt sehr stark mit Kieselsinter. Am Abhange des Hügels, über welchen der Quellabfluß stattfindet, haben sich in Folge dessen Terrassen gebildet, wie aus weißem Marmor, einem über Stufen stürzenden Wasserfalle vergleichbar, der plötzlich erstarrte. Jede dieser Terrassen hat einen kleinen erhabenen Rand, von welchem zarte Tropf-

Fig. 12.

Durchschnitt durch das Bassin und die Sinter-Terrassen der Tetarataquelle.

a. Hauptbassin. — b. Terrassenbassins. — c. Spiegel des Rotomahana. — d. Kieselsinter. e. Grundgebirge.

Wasserspiegel 3—6′ tief in der Röhre (etwa bei a) und steigt von §. 13.
da langsam, bis das Wasser über den Rand ausfließt. Es fließt aber nicht Alles ab, sondern ein Theil senkt sich etwas abgekühlt vom Rande des Beckens wieder in die Tiefe an den Wänden der Röhre hinab, bis es von Neuem erhitzt mit dem mittleren Quellstrome aufsteigt. Die Beobachtungen haben ferner gezeigt, daß die Temperatur in der Wassersäule nicht nur von unten nach oben abnimmt (d. h. sie ist zu jeder Zeit in der Tiefe höher, als gegen oben), sondern auch, daß sie von einer Eruption zur andern an jedem Punkte beständig steigt, in der Art, daß z. B. in einer Tiefe von 20′ die Temperatur unmittelbar nach der Eruption vielleicht 90°, eine Stunde später 91° ist; endlich, daß in der ganzen Zwischenzeit zwischen zwei Eruptionen für jeden Punkt der Wassersäule die Temperatur niedriger ist, als der dem Druck entsprechende Siedegrad dieses Punktes.

In der mittleren Höhe des Geysirrohres kommt die Temperatur jener des Siedepunktes stets am nächsten. In der Tiefe ist die Temperatur höher als der gewöhnliche Siedepunkt des Wassers, aber das Wasser ist durch Druck am Sieden verhindert. Sobald nun in der mittleren Region durch beständiges Steigen der Temperatur, in Folge des von unten zuströmenden überhitzten Wassers, der der Druckhöhe entsprechende Siedegrad erreicht ist, wird sich alsbald eine Wasserschichte in Dampf verwandeln, dadurch wird sogleich der Druck auf die nächst tiefere Schicht vermindert; auch diese verwandelt sich in Dampf, und so ein mehr oder weniger großer Theil der unteren Wassersäule. Dieser Dampf schleudert die darüber befindliche Wassersäule mit großer Energie aus der Röhre in die Luft. Dort etwas abgekühlt, fällt das Wasser in die Oeffnung zurück, und bringt hier durch Abkühlung eine kleine Unterbrechung der Dampfbildung hervor, die aber schnell durch neu aufsteigendes Wasser von sehr hoher Temperatur überwunden wird. Das Ausschleudern und Zurückfallen der Wassersäule dauert nun so lange fort, bis dieselbe durch die Abkühlung eine Temperatur angenommen hat, die durch das nachdringende Wasser nicht mehr genügend gesteigert werden kann. Bei diesen Wassereruptionen fällt natürlich viel Wasser außerhalb des Kessels nieder, und daher kommt es, daß der Stand des Wasserspiegels nach der Explosion 3—6′ niedriger ist, als vorher. Von da ab beginnt ganz derselbe Proceß wieder von Neuem. Die Dauer der Ruheperiode ist begreiflicher Weise von der Quantität und der Temperatur des aufströmenden Wassers, sowie von der Höhe und Weite des Rohres abhängig. Darum ist sie nicht nur bei den einzelnen Geysiren Islands, sondern auch bei einer und derselben Quelle in verschiedenen Zeiten sehr verschieden.

2) Von den Hunderten von Springquellen und kochenden Sprudeln, welche auf der Nordinsel von Neu-Seeland vorkommen, seien nur die merkwürdigen heißen Sprudel am Ufer des Rotomahana oder des warmen Sees erwähnt, welche wegen der prachtvollen Kieselsinter-Terrassen, die sie gebildet, in der ganzen Welt nichts ihres Gleichen haben. Am großartigsten ist die Tetarata-Quelle. (Fig. 10, 11 und 12.) Ihr Quellbassin ist 80′ lang, 60′ breit, und bis an den Rand mit klarem, in der Mitte fort-

Fig. 10. Sinter-Terrassen der Tetarataquelle.

§. 14. c. Zu den *schlämmbaren* Substanzen endlich gehören alle unlöslichen Stoffe, welche sehr hygroskopisch sind und sich vom eingesogenen Wasser in so kleine Theile zerdrücken lassen, daß sich dann diese letzteren namentlich im bewegten Wasser lange schwebend erhalten können, hierdurch dasselbe trübe, gefärbt und auch ganz undurchsichtig machen und sich erst dann aus dem Wasser vollständig ausscheiden, wenn dasselbe ganz zur Ruhe gekommen ist. Zu diesen schlämmbaren Substanzen gehört vor allen der Thon, das Eisenoxydhydrat und die Humus- und Torfmasse, außerdem aber auch das zarte Pulver oder Mehl des kohlensauren Kalkes.

Von allen diesen Substanzen findet das reine Atmosphärenwasser auf seinem Zuge in und durch die Erdrinde immer mehrere vor. Dringt es von Außen her zuerst durch eine mit verwesenden Organismenresten wohl versorgte Erdbodenlage, so reicht ihm diese salpeter-, humus- und kohlensaure Salze verschiedener Art, auch Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium, und gelangt es dann mit einem oder mehreren dieser Stoffe beladen durch Risse und Spalten abwärts in das Gebiet der festen Erdrindemassen, so findet es unter diesen letzteren Stoffe genug, die es mit Hülfe der in ihm schon gelösten Verwesungsstoffe aus ihren Verbindungen herausziehen und in sich auflösen kann. Viele der hierdurch gewonnenen Mineralstoffe verwendet es nun zwar wieder zur Umwandlung der von ihm, auf seinem weiteren Zuge durch die Erdrinde benetzten, Mineralmassen, viele aber, die es nicht weiter verwenden kann, behält es auch in sich gelöst und bringt sie in seinen Quellen endlich wieder an die Oberfläche der Erde. — *Das Wasser der Quellen ist demnach, auch wenn es noch so klar und geschmacklos erscheint, niemals als chemisch rein zu betrachten.*

Je nach den, in einem Quellwasser aufgelösten oder mechanisch geschlämmten, Substanzen unterscheidet man nun *schlammfreies* und *schlammhaltiges* Wasser. Das erstere ist ganz klar und durchsichtig, das letztere aber um so undurchsichtiger, je mehr es Schlammtheile enthält; das erstere zeigt sich vorzüglich in Quellen, deren Wasser nicht durch leicht schlämmbare Erdrindemassen gespeist wird und aus größeren Tiefen der Erdrinde kommt; das schlammhaltige Wasser dagegen wird vorherrschend von solchen Quellen zu Tage gefördert, deren Wasser von Flüssen, welche durch leicht schlämmbares Erdreich ziehen, von Sümpfen oder auch von Gletschern gespeist wird und seinen unterirdischen Lauf nahe unter der Erdoberfläche, vielleicht schon unmittelbar unter dem Erdboden, hat, kann indessen auch, wie schon im vorigen Paragraph gezeigt worden ist, in heißen, vulcanischen Quellen vorkommen. Beide Arten von Quellwasser enthalten übrigens auch Substanzen vollständig in sich aufgelöst. Und von diesen vollständig in einem Quellwasser aufgelösten Stoffen kann allein im Folgenden die Rede sein. Zuvor sei hier nur noch bemerkt, daß man im gewöhnlichen Leben von dem schlammfreien Quellwasser dasjenige, welches nach dem Trinken keine merkbare Reaction auf den Magen ausübt, *Trinkwasser*, dagegen dasjenige, welches eine solche Reaction hervorbringt, *Medicinal-*, *Gesund-* oder *Mineralwasser* nennt, obwohl

steinbildungen herabhängen, und eine bald schmälere, bald weitere Plattform, welche kleinere Wasserbecken vom schönsten Blau einschließt. Nach der Aussage der Eingeborenen wird zuweilen unvermuthet die ganze Wassermasse des Hauptbassins ausgeworfen, das 30′ tiefe Becken erscheint dann leer, füllt sich aber rasch wieder. Gewöhnlich rieselt nur wenig Wasser über die Terrassen und nur der Hauptabfluß an der Südseite bildet einen heißen Bach.

Bemerkung. Die vorstehende Schilderung der so merkwürdigen heißen Springquellen Neu-Seelands ist dem ausgezeichneten Werke v. Hochstetters entlehnt.

3) In einem 3 Meilen breiten und 12 Meilen langen Thale zu beiden Seiten des Yellowstone-Beckens befinden sich 1500 heiße Springquellen, von denen namentlich der große und der Burg-Geysir bemerkenswerth sind. Der erstere schleudert sein Wasser während eines Tages wohl neunmal 90 bis 125 Fuß hoch in die Luft und jede seiner Entladungen dauert 15 bis 20 Minuten; der Burg-Geysir aber erhebt sich aus einer Kieselsinterterrasse, welche 325 Fuß im Umfange hat und zu einem 125 Fuß hohen, thurmförmigen Kegel ansteigt. Sein Wasser erhebt sich mehrere Male des Tages zu einer über 100 Fuß hohen Fontaine.

Bemerkung. Vergleiche „Die Wunder des Yellowstone-Gebiets" von James Richardson; London und Edinburg bei Blackie und Sohn. —

4) Außer dem Geysir Islands mögen von den heißen Quellen Europas namentlich noch folgende hier eine Erwähnung finden:

1) eine heiße Quelle auf Ischia mit		99,60 °	Temperatur
2) Chaudes-Aigues im Cantal	„	80,00 °	„
3) Baden-Baden (Deutschland)	„	67,50 °	„
4) Karlsbad (Deutschland)	„	75 ° (57 °)	„
5) Ofen (Ungarn)	„	64 ° — 44 °	„
6) Wiesbaden (Deutschland)	„	56 ° (70 ° C.)	„
7) Aachen (Deutschland)	„	45 ° (57 °)	„
8) Bagnères de Luchon (Frankr.)	„	45 °	„
9) Leuk (Schweiz)	„	50,70 °	„
10) Gastein (Salzburger Alpen)	„	47,50 °	„
11) Ems (Kesselbrunnen) (Deutschl.)	„	37 ° R.	„
12) Teplitz (Böhmen)	„	39 ° (20 °)	„
13) Vichy (Frankreich)	„	36 °	„
14) Warmbrunn (Deutschland)	„	32 °	„
15) Neuen Ahr (Deutschland)	„	36 ° (25 °)	„

Bestandtheile des Quellwassers. — Das aus der Atmosphäre in die Erdrinde eindringende Regenwasser findet auf seinem unterirdischen Laufe überall Stoffe, welche es theils in sich aufsaugen oder absorbiren, theils auflösen, theils schlämmen kann. §. 14.

a. Zu den absorbirbaren Stoffen gehören alle Gase, von denen das reine Wasser um so mehr in sich aufzusaugen vermag, je stärker der Druck derselben auf das letztere oder des letzteren auf die ersteren ist. Auf diese Weise absorbirt 1 Volumen desselben bei gewöhnlichem Drucke 1,06 Volumen, bei 7 Atmosphärendruck (gleich einer Wassersäule von 224 Fuß) 5,3 Volumen Kohlensäure.

b. Zu den lösbaren Stoffen aber gehören viele Säuren und Salze, unter den letzteren vorzüglich die Carbonate der Alkalien, die Sulfate der Alkalien, Kalkerde, Magnesia und der meisten Schwermetalle, Phosphate der Alkalien, alle Nitrate, die basisch kieselsauren und huminsauren Alkalien und die meisten quellsauren Salze; außerdem aber auch die meisten Chloride (mit Ausnahme des Chlorsilbers).

§. 14. c. Zu den schlämmbaren Substanzen endlich gehören alle unlöslichen Stoffe, welche sehr hygroskopisch sind und sich vom eingesogenen Wasser in so kleine Theile zerdrücken lassen, daß sich dann diese letzteren namentlich im bewegten Wasser lange schwebend erhalten können, hierdurch dasselbe trübe, gefärbt und auch ganz undurchsichtig machen und sich erst dann aus dem Wasser vollständig ausscheiden, wenn dasselbe ganz zur Ruhe gekommen ist. Zu diesen schlämmbaren Substanzen gehört vor allen der Thon, das Eisenoxydhydrat und die Humus- und Torfmasse, außerdem aber auch das zarte Pulver oder Mehl des kohlensauren Kalkes.

Von allen diesen Substanzen findet das reine Atmosphärenwasser auf seinem Zuge in und durch die Erdrinde immer mehrere vor. Dringt es von Außen her zuerst durch eine mit verwesenden Organismenresten wohl versorgte Erdbodenlage, so reicht ihm diese salpeter-, humus- und kohlensaure Salze verschiedener Art, auch Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium, und gelangt es dann mit einem oder mehreren dieser Stoffe beladen durch Risse und Spalten abwärts in das Gebiet der festen Erdrindemassen, so findet es unter diesen letzteren Stoffe genug, die es mit Hülfe der in ihm schon gelösten Verwesungsstoffe aus ihren Verbindungen herausziehen und in sich auflösen kann. Viele der hierdurch gewonnenen Mineralstoffe verwendet es nun zwar wieder zur Umwandlung der von ihm, auf seinem weiteren Zuge durch die Erdrinde benetzten, Mineralmassen, viele aber, die es nicht weiter verwenden kann, behält es auch in sich gelöst und bringt sie in seinen Quellen endlich wieder an die Oberfläche der Erde. — Das Wasser der Quellen ist demnach, auch wenn es noch so klar und geschmacklos erscheint, niemals als chemisch rein zu betrachten.

Je nach den, in einem Quellwasser aufgelösten oder mechanisch geschlämmten, Substanzen unterscheidet man nun schlammfreies und schlammhaltiges Wasser. Das erstere ist ganz klar und durchsichtig, das letztere aber um so undurchsichtiger, je mehr es Schlammtheile enthält; das erstere zeigt sich vorzüglich in Quellen, deren Wasser nicht durch leicht schlämmbare Erdrindemassen gespeist wird und aus größeren Tiefen der Erdrinde kommt; das schlammhaltige Wasser dagegen wird vorherrschend von solchen Quellen zu Tage gefördert, deren Wasser von Flüssen, welche durch leicht schlämmbares Erdreich ziehen, von Sümpfen oder auch von Gletschern gespeist wird und seinen unterirdischen Lauf nahe unter der Erdoberfläche, vielleicht schon unmittelbar unter dem Erdboden, hat, kann indessen auch, wie schon im vorigen Paragraph gezeigt worden ist, in heißen, vulcanischen Quellen vorkommen. Beide Arten von Quellwasser enthalten übrigens auch Substanzen vollständig in sich aufgelöst. Und von diesen vollständig in einem Quellwasser aufgelösten Stoffen kann allein im Folgenden die Rede sein. Zuvor sei hier nur noch bemerkt, daß man im gewöhnlichen Leben von dem schlammfreien Quellwasser dasjenige, welches nach dem Trinken keine merkbare Reaction auf den Magen ausübt, Trinkwasser, dagegen dasjenige, welches eine solche Reaction hervorbringt, Medicinal-, Gesund- oder Mineralwasser nennt, obwohl

in dem ersteren dieselben Stoffe vorhanden sein können, wie in dem letzteren, freilich nur in so geringen Mengen, daß ihre Reaction auf den menschlichen Körper unbemerklich erscheint. §. 14.

Außerdem aber unterscheidet man auch bei dem schlammfreien Quellwasser weiches und hartes und versteht unter dem ersteren ein solches, welches in Folge seiner Armuth an gelösten Salzen, namentlich an Kalksalzen, Seifenwasser nicht zersetzen kann und beim Abdampfen nur einen kaum merklichen Rückstand läßt, unter dem harten Wasser aber solches, welches in Folge seines größeren Salz- und auch wohl Säurengehaltes Seifenwasser zersetzt und beim Abdampfen einen mehr oder minder starken Rückstand giebt.

Von allem diesen abgesehen kann man die Quellwasser je nach den in ihnen vorherrschenden Mineralstoffen eintheilen in Salzwasser und saure Wasser.

a. Die Salzwasser,

welche vorherrschend Carbonate, Sulfate und Chloride von Alkalien, alkalischen Erden, Thonerde und Eisenoxydul und bisweilen auch freie Kohlensäure enthalten, sind nach ihren vorherrschenden Bestandtheilen:

1) Carbonatwasser,	2) Sulfatwasser,	3) Chloridwasser,
mit kohlensauren Salzen; mit Barytwasser einen weißen, sich in Salzsäure wieder unter Aufschäumen lösenden Niederschlag gebend.	mit schwefelsauren Salzen; mit Barytwasser einen weißen, in Salzsäure unlöslichen, Niederschlag gebend.	mit Chlormetallen; nicht mit Barytwasser, wohl aber mit Silberlösung einen weißen unlöslichen Niederschlag gebend.

1) Kalkwasser, mit doppeltkohlensaurem Kalk.	2) Eisenwasser, mit doppeltkohlensaurem Eisenoxydul.	3) Sodawasser, mit kohlensaurem Natron.	1) Gyps-wasser.	2) Eisenvitriolwasser.	3) Alaunwasser.	4) Glauberwasser.	5) Bitterwasser.	1) Kochsalzwasser.	2) Chlormagnesiumwasser.

b. Die Sauerwasser,

welche irgend eine freie Säure in solcher Menge enthalten, daß sie entweder sauer schmecken oder doch stark auf eine Säure reagiren, dabei aber auch gewöhnlich mehr oder weniger basische Salze, namentlich Carbonate, besitzen:

1) Kohlensaures Wasser (Säuerling): Stark perlend und schäumend.	2) Kieselsaures Wasser: Beim Abdampfen amorphe Kieselsäure gebend.	3) Schwefelwasser: Schwefelwasserstoff enthaltend, darum nach faulen Eiern riechend.

Die vorstehend genannten Arten des Quellwassers sind nach dem in jedem von ihnen vorherrschenden Bestandtheile benannt. Außer diesem enthält aber jede Quelle gewöhnlich noch mehrere andere Salze in größerer oder kleinerer Menge in ihrem Wasser aufgelöst, wie man aus der beifolgenden, — aus Senft: „Die krystallinischen Felsgemengtheile" S. 239 entlehnten, — Uebersicht der wichtigsten Mineralwasser Deutschlands bemerken kann.

§. 15. **Einfluß des Quellenwassers auf die Veränderungen der Erdrindemassen.** — Wie kurz im vorigen Paragraph gezeigt worden ist, so besitzen nicht alle Quellen und nicht dieselben Substanzen in ihrem Wasser aufgelöst. Vielmehr lehrt die Erfahrung, daß einerseits die Qualität und Quantität der in einem Quellenwasser aufgelösten Stoffe abhängig ist von der Natur der Erdrindemassen, welche das Wasser einer Quelle auf seinem unterirdischen Laufe benetzt oder durchdringt und andererseits chemisch reines Wasser andere Stoffe in sich auflöst als Wasser, welches Kohlensäure und andere Säuren oder auch Salze von Außen her mit sich in das Gebiet der Erdrinde gebracht hat.

1) Chemisch reines Wasser, wie es nach langem Regen aus der Atmosphäre zu Boden fällt und in die Erdrinde eindringt, kann unter den Erdrindemassen nur Steinsalz und die mit ihm im Verbande stehenden schwefelsauren Salze und Carbonate, sowie auch Gyps in sich auflösen. Demgemäß würde denn nun auch dieses Wasser bei seinem Austritte aus der Erdrinde nur die ebengenannten Salze in sich gelöst enthalten. Sind es nun aber noch andere Salze, so hat es dieselben entweder dadurch erhalten, daß die in ihm enthaltenen Salze mit anderen, an sich in reinem Wasser unlöslichen, Salzen, mit denen das Quellwasser auf seinem unterirdischen Laufe in Berührung kam, einen ihrer Bestandtheile, z. B. die Säure, tauschten und diese dadurch löslich machten, — oder daß es bei seinem Niederfalle aus der Atmosphäre schon an der Oberfläche der Erde aus der über derselben ausgebreiteten Decke von in Zersetzung begriffenen Organismenresten lösliche Stoffe, wie Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Salmiak, Salpeter und humus- oder kohlensaure Alkalien, in sich aufnahm und mit in die tieferen Lagen der Erdrinde führte. Ganz besonders gilt dieses von dem Fluß-, Sumpf-, See- und Meereswasser, welches Quellen speist.

2) Am gewöhnlichsten indessen führt das von Außen her in die Erdrinde eindringende Wasser Sauerstoff und Kohlensäure mit sich. Und wie diese Säure in Verbindung mit dem Wasser auf die verschiedenen Mineralmassen der Erdrinde einwirkt, ist schon im §. 7 unter II. 3 ausführlich mitgetheilt worden.

Das mit Kohlensäure versehene Atmosphärenwasser ist nach allem dem das Hauptmittel, welches die Natur gebraucht, um die verschiedenen Mineralmassen der Erdrinde auf die mannichfachste Weise zu zersetzen, umzuwandeln und aus ihnen Stoffe zu bereiten, welche das die Erdrinde durchziehende Wasser in sich aufzulösen vermag.

Soll nun aber das Quellen bildende Wasser auf die Gesteinsmassen der Erdrinde zersetzend einwirken, so ist vor Allem nothwendig, daß es fest und dauernd die Bestandtheile derselben benetzen und gewissermaßen sich an sie anlagen kann. Dieses aber ist nur dann möglich, wenn es gegen die zur Verdunstung reizenden Sonnen- und trockenen Luftströmungen geschützt ist; daher kommt es, daß Felsmassen, welche in Folge ihrer glatten oder dunkelgefärbten

§. 15. **Einfluß des Quellenwaſſers auf die Veränderungen der Erdrindemaſſen.** — Wie ſchon im vorigen Paragraph gezeigt worden iſt, ſo beſitzen nicht alle Quellen ſtets ein und dieſelben Subſtanzen in ihrem Waſſer aufgelöſt. Vielmehr lehrt die Erfahrung, daß einerſeits die Qualität und Quantität der in einem Quellenwaſſer aufgelöſten Stoffe abhängig iſt von der Natur der Erdrindemaſſen, welche das Waſſer einer Quelle auf ſeinem unterirdiſchen Laufe benetzt oder durchdringt und andererſeits chemiſch reines Waſſer andere Stoffe in ſich auflöſt, als Waſſer, welches Kohlenſäure und andere Säuren oder auch ſchon Salze von Außen her mit ſich in das Gebiet der Erdrinde gebracht hat.

1) Chemiſch reines Waſſer, wie es nach langem Regen aus der Atmoſphäre zu Boden fällt und in die Erdrinde eindringt, kann unter den Erdrindemaſſen nur Steinſalz und die mit ihm im Verbande ſtehenden alkaliniſchen Sulfate und Carbonate, ſowie auch Gyps in ſich auflöſen. Demgemäß würde denn nun auch dieſes Waſſer bei ſeinem Austritte aus der Erdrinde nur die ebengenannten Salze in ſich gelöſt enthalten. Zeigt es nun aber noch andere Salze, ſo hat es dieſelben entweder dadurch erhalten, daß die in ihm enthaltenen Salze mit anderen, an ſich in reinem Waſſer unlöslichen, Salzen, mit denen das Quellwaſſer auf ſeinem unterirdiſchen Laufe in Berührung kam, einen ihrer Beſtandtheile, z. B. die Säure, tauſchten und dieſe dadurch löslich machten, — oder daß es bei ſeinem Niederfalle aus der Atmoſphäre ſchon an der Oberfläche der Erde aus der über derſelben ausgebreiteten Decke von in Zerſetzung begriffenen Organismenreſten lösliche Stoffe, wie Kohlenſäure, Schwefelwaſſerſtoff, Salmiak, Salpeter und humus- oder kohlenſaure Alkalien, in ſich aufnahm und mit in die tieferen Lagen der Erdrinde fluthete. Ganz beſonders gilt dieſes von dem Fluß-, Sumpf-, See- und Meereswaſſer, welches Quellen ſpeiſt.

2) Am gewöhnlichſten indeſſen führt das von Außen her in die Erdrinde eindringende Waſſer Sauerſtoff und Kohlenſäure mit ſich. Und wie dieſe Säure in Verbindung mit dem Waſſer auf die verſchiedenen Mineralmaſſen der Erdrinde einwirkt, iſt ſchon im §. 7 unter II. 3 ausführlich mitgetheilt worden.

Das mit Kohlenſäure verſehene Atmoſphärenwaſſer iſt nach allem dem das Hauptmittel, welches die Natur gebraucht, um die verſchiedenen Mineralmaſſen der Erdrinde auf die mannichfachſte Weiſe zu zerſetzen, umzuwandeln und aus ihnen Stoffe zu bereiten, welche das die Erdrinde durchziehende Waſſer in ſich aufzulöſen vermag.

Soll nun aber das Quellen bildende Waſſer auf die Geſteinsmaſſen der Erdrinde zerſetzend einwirken, ſo iſt vor Allem nothwendig, daß es feſt und dauernd die Beſtandtheile derſelben benetzen und gewiſſermaßen ſich an ſie anſaugen kann. Dieſes aber iſt nur dann möglich, wenn es gegen die zur Verdunſtung reizenden Sonnenſtrahlen und trockenen Luftſtrömungen geſchützt iſt; daher kommt es, daß namentlich Felsmaſſen, welche in Folge ihrer glatten oder dunkelgefärbten

Oberfläche leicht zur Verdunstung des sie benetzenden Atmosphärenwassers geneigt sind, an ihrer Oberfläche oft noch ganz frisch erscheinen, während sie an den Wänden aller der sie durchziehenden Klüfte und Risse soweit in Zersetzung begriffen sind, als diese Risse in ihr Inneres eindringen. Daraus folgt aber nun weiter, daß eine Mineralmasse überhaupt nur dann von den Zersetzungsagentien vollständig und bis in ihre kleinsten Theile ergriffen und umgewandelt werden kann, wenn die Risse oder Haarspalten, welche das Wasser in das Innere dieser Masse leiten, auch bis zu den kleinsten Theilen derselben reichen; denn es muß jedes kleinste Theilchen einer Mineralmasse erst durch das Wasser gelockert und erweicht werden, wenn es fähig werden soll, mit den im Wasser gelösten Umwandlungsstoffen eine Verbindung einzugehen. Endlich ist bei Allem diesen noch nothwendig, daß die eine Felsmasse durchsetzende Spalte einerseits nicht weit ist und andererseits nicht senkrecht zur Tiefe zieht; denn ist dieses der Fall, dann durcheilt das Wasser mit seinen Zersetzungsagentien so schnell diese Spalten, daß den Agentien des Wassers gar keine Zeit bleibt, sich mit den von ihnen berührten Steintheilen der Spaltenwände dauernd verbinden zu können. Ueberhaupt werden Gesteinsrisse um so mehr und stärker das sie benetzende Wasser in sich aufsaugen und durch sich weiter leiten, je enger sie sind, je mehr sie sich also den engsten Haarspalten nähern; denn nur in diesen können sich die gegenüberliegenden Spaltenwände gegenseitig in der Anziehung und Weiterleitung des sie benetzenden Wassers am stärksten unterstützen. Alles dieses vorausgesetzt, wirkt nun das die Erdrinde durchrinnende Quellwasser in folgender Weise verändernd auf die Gesteinsmassen der Erdrinde ein: §. 15.

1) Kommt das nur mit Kohlensäure versehene Quellwasser mit kohlensauren Mineralmassen, z. B. mit Kalkstein, Dolomit oder Eisenspath, in dauernde Berührung, so wandelt es diese nach und nach in doppeltkohlensaure Mineralien um, welche sich in ihm auflösen und dann fortgefluthet werden. Dauert diese Wirksamkeit des kohlensauren Wassers lange Zeiträume hindurch fort, so werden auch die engsten Spaltenräume der ebengenannten Gesteine zu mehr oder minder weiten Höhlen ausgenagt. Höhlenbildungen sind demnach die ersten Producte der Thätigkeit des Kohlensäure führenden Quellwassers. Kann nun das auf diese Weise entstandene Carbonatwasser in einem, schon vorhandenen oder auch erst von ihm genagten, unterirdischen Canale rasch und gegen alle Verdunstung, sowie gegen die Berührung mit Mineralien, mit denen es seine Kohlensäure vertauschen kann, geschützt zur Erdoberfläche eilen, dann werden seine Quellen auch doppeltkohlensauren Kalk, doppeltkohlensaure Magnesia oder doppeltkohlensaures Eisenoxydul in ihrem Wasser gelöst enthalten. — Wenn aber diese Carbonatlösungen schon während ihres unterirdischen Laufes in Folge von Luftzug oder höherer Temperatur das sie gelöst haltende kohlensaure Wasser verdunsten können, dann setzen sie ihre Carbonate wieder

§. 15. als einfache Carbonate ab und füllen mit denselben die von ihnen durchrieselten Canäle und Höhlenräume mehr oder minder aus: Die Erzeugung von Kalk-, Magnesia-, Dolomit- oder Eisenspath und ebenso die Ausschmückung der Höhlen mit Stalaktiten und anderen Sintergebilden dieser Mineralien sind demnach weitere Producte von der Thätigkeit des Kohlensäure haltigen Quellwassers. — Alles das vermag indessen das Carbonat-Quellwasser nur dann auszuführen, wenn es auf seinem unterirdischen Zuge nicht mit anderen Mineralien, so namentlich mit Sulfaten und Phosphaten der Schwermetalloxyde, in Berührung kommt, mit denen es die Säuren tauschen könnte; denn ist dieses der Fall, dann werden einerseits die im Wasser gelösten Carbonate der alkalischen Erden und Alkalien in Sulfate und Phosphate, von denen wenigstens die Phosphate und zum Theil auch die Sulfate der alkalischen Erden unlöslich sind, und andererseits die obengenannten Salze der Schwermetalle in schwer oder gar nicht lösliche Carbonate umgewandelt: Die Umwandlung von Sulfaten und Phosphaten der Schwermetalle in zum großen Theile nur schwer lösliche Carbonate ist demnach wieder ein Product von der Wirksamkeit des Carbonat-Quellwassers. — So wirthschaftet das mit Kohlensäure versorgte Quellwasser in dem Gebiete der Carbonatgesteine.

2) In mancher Beziehung anders zeigt sich dagegen seine Wirkungsweise bei den von ihm benetzten oder durchdrungenen Silicatgesteinen. Enthalten nemlich diese Monoxyde (= RO), namentlich Alkalien, alkalische Erden, Eisen- und Manganoxydul, so zersetzt das Kohlensäure haltige Wasser die von ihm durchdrungenen und erweichten Theile derselben in folgender Weise:

a. Diejenigen Monoxyde derselben, welche bei gewöhnlicher Temperatur eine größere Verwandtschaft zur Kohlensäure haben, als zu der schon mit ihnen verbundenen Kieselsäure, wie dieses z. B. der Fall ist bei der Baryt-, Strontian- und Kalkerde, sowie auch beim Eisenoxydul, werden in der Weise von dem Kohlensäure haltigen Wasser zersetzt, daß diese Monoxyde unter Freigebung ihrer Kieselsäure zu in Wasser löslichen doppeltkohlensauren Salzen werden, welche das Wasser nun aus der Gesteinsmasse auslaugt, so daß diese letztere nach und nach ganz leer von diesen Monoxyden wird und nur deren Kieselsäure behält, welche sich nun mit den noch übrigen Bestandtheilen verbindet, so daß die noch übrige Mineralmasse kieselsäurereicher wird, wenn anders dieselbe noch Kieselsäure chemisch mit sich verbinden kann. Vermag sie aber dieses nicht, so wird die freigewordene Kieselsäure auch von dem zudringenden kohlensauren Wasser allmählich aufgelöst und ausgelaugt.

b. Diejenigen Monoxyde dagegen, welche bei gewöhn-

licher Temperatur eine größere Verwandtschaft zur Kieselsäure als zur Kohlensäure haben, wie dieses z. B. der Fall ist bei dem Kali, Natron, Lithion und der Magnesia, werden durch das Kohlensäure haltige Wasser erst nach langer Berührung und in der Weise zersetzt, daß dieses Wasser die kieselsauren Monoxyde unzersetzt auflöst und auslaugt, so daß die nun noch übrige Mineralmasse kieselsäureärmer wird. Die so im kohlensauren Wasser aufgelösten und ausgelaugten Monoxydsilicate werden indessen, wenn anders nicht eine Mineralmasse sie vorher in sich auffaugt, bei längerem Verweilen in seinem Lösungswasser unter Abscheidung ihrer Kieselsäure in Bicarbonate umgewandelt. §. 15.

3) Auf Verbindungen von nur Sesquioxyde (= R^2O^3) z. B. Thonerde (Al^2O^3), Eisenoxyd (Fe^2O^3), Manganoxyd (Mn^2O^3) oder Chromoxyd (Cr^2O^3) haltigen, Mineralien kann das Kohlensäure haltige Quellwasser nicht einwirken, weil eben die Kohlensäure als schwache Säure keine Verbindungskraft zu den schwach-basischen Sesquioxyden äußert. Diese Verbindungen widerstehen demnach ihrer Zersetzung von nur Kohlensäure haltigem Quellwasser.

Da nun alle Hauptgesteinsmassen der Erdrinde vorherrschend aus Carbonaten und Silicaten bestehen, so zeigt sich in der That das Kohlensäure haltige Quellwasser während seines Umlaufes durch die Erdrinde als das Hauptzersetzungsmittel aller der genannten Erdrindemassen; es müßte also auch dem gemäß bei seinem Ausflusse aus der Erdrinde um so reicher an in ihm gelösten Carbonaten sein, je länger es innerhalb der Erdrinde verweilte und je verschiedenartiger die Gesteinsmassen sind, deren Spalten und Risse es auf seinem unterirdischen Zuge durchfloß. In der Wirklichkeit aber ist dieses nicht der Fall. Die Gründe davon sind folgende:

1) Je länger das Wasser in der Erdrinde verweilt, um so mehr wird von seiner Menge allmählich verdunsten. In Folge davon werden sich nun aber auch die in ihm gelösten Stoffe um so mehr aus ihm abscheiden, je schwerer sie löslich sind, d. h. je mehr sie kohlensaures Wasser zu ihrer Lösung brauchen. Die weitere Folge davon ist einerseits die mehr oder minder starke Ausfüllung der von dem Quellwasser durchrieselten Spalten und Höhlenräume mit den aus ihm abgeschiedenen Mineralmassen, vor allem mit Quarz, Schwer-, Kalk-, Dolomit- und Eisenspath, — und andererseits der geringe Gehalt von aufgelösten Mineralstoffen in dem an die Erdoberfläche hervortretenden Quellwasser.

2) Wenn das mit aufgelösten Alkalisilicaten oder Carbonaten der alkalischen Erden beladene Quellwasser auf seinem unterirdischen Zuge mit Mineralmassen in Berührung kommt, welche Anziehungskraft gegen die in ihm gelösten Stoffe besitzen, so werden diese Mineralmassen, sobald sie nur durch Haarspalten das sie benetzende Wasser auffaugen und in ihrem Innern aufnehmen können, die gelösten Stoffe mit ihren schon vorhandenen Bestandtheilen entweder unzer-

§. 15. setzt verbinden oder mit ihnen die Bestandtheile austauschen, so daß nun im ersten Falle das Wasser alle seine gelösten Stoffe verliert, im zweiten Falle ganz neue bekommt. Demnach werden also auch Gesteine durch die in dem kohlensauren Wasser gelösten Stoffe auf die mannichfachste Weise umgewandelt, während das sie umwandelnde Wasser dabei häufig seine Lösungsstoffe ganz oder theilweise verliert und in Folge davon bei seinem Ausflusse an der Erdoberfläche nur noch wenig oder auch gar keine Salze enthält.

Bemerkung. Daß in dieser Weise Turmaline, Granate, Hornblenden oder auch Feldspathe in Glimmer, Chlorit, Talk, Serpentin u. s. w. umgewandelt werden können, ist bei der Beschreibung dieser Mineralien in der I. Abtheilung dieses Werkes schon gezeigt worden und wird auch später bei der Beschreibung der Felsarten noch näher erörtert werden.

So ist der chemische Wirkungskreis des Kohlensäure haltigen Quellwassers beschaffen, sobald es in der Erdrinde mit zersetzbaren Mineralmassen in feste Berührung kommt. Wie aus dem bis jetzt Mitgetheilten hervorgeht, so wirkt es in dreifacher Weise:

1) Es löst an sich unlösliche Carbonate auf;
2) es wandelt in Silicaten die Monoxyde in lösliche Carbonate um und laugt sie dann aus ihren Muttermineralien aus, so daß diese in andere Mineralsubstanzen umgewandelt werden.
3) Die aus anderen Mineralien ausgelaugten Substanzen benutzt es weiter,
   a. entweder um mit ihnen bei seiner Verdunstung die Spalten und Höhlungen zwischen den Erdrindemassen auszufüllen,
   b. oder um sie in die Massen anderer Mineralien einzuschieben und diese hierdurch umzuwandeln,
      α. sei es nun, indem es seine Stoffe ganz einer Mineralmasse einverleibt, ohne andere dafür aufzunehmen,
      β. sei es, daß es mit dieser Masse Bestandtheile austauscht.

Es wirkt demnach das Kohlensäure haltige Wasser einmal durch seinen Kohlensäure-Gehalt allein, sodann aber auch durch die Bestandtheile, welche es sich durch seine Kohlensäure erst geschaffen hat.

Und gerade hierdurch wird seine Bedeutung für die Zersetzung und Umwandlung der Mineralien der Erde so groß, indem es sich selbst erst die Agentien schafft, mit denen es seine Angriffe auf das feste Gestein ausführt.

Nächst der Kohlensäure aber führt das von Außen her in die Erde eindringende Meteorwasser auch in der Regel noch Sauerstoff. Mit diesem greift es, wie früher schon bemerkt worden ist, hauptsächlich die reinen Metalle, die Metallmonoxyde und Schwefelmetalle an und schafft dann aus reinen Metallen basische Monoxyde, welche sich nun mit der Kohlensäure verbinden können, wie man beim Kupfer bemerkt, aber auch aus den Monoxyden schwach-basische Sesquioxyde oder auch neutrale Superoxyde, welche wenn sie als Monoxyde mit Kohlen- oder Kieselsäure verbunden waren, nun diese Säuren freigeben und als selbständige Mineralien auftreten, wie das Eisen und Mangan lehrt — oder endlich aus den Schwefelmetallen schwefelsaure Metalloxyde, welche sich dann im Quell-

wasser lösen und sowie sie mit festen oder gelösten Carbonaten und Silicaten in Berührung kommen, mit diesen die Säuren tauschen und hierdurch wieder mannichfache Veränderungen in den Massen der Erdrinde hervorrufen.

Endlich aber ist auch nicht unbeachtet zu lassen, daß Regenwasser überall da, wo es Verwesungssubstanzen, — wie sie ja überall da entstehen, wo Pflanzen-Abfälle den Boden bedecken, — oder auch Torflager durchsickert, humussaure Alkalien, namentlich quell- und torfsaures Ammoniak, in sich aufnimmt und mit diesen eigenthümlichen Salzen bei seinem Zuge durch die Erdrinde in ganzer ähnlicher, aber stärkerer, Weise wie die Kohlensäure auflösend auf viele Felsgemengtheile, so auf Calcit, Dolomit, Eisenspath und Apatit, einwirkt.

Es ist bis jetzt bloß von dem chemischen Wirkungskreise des die Erdrinde durchfließenden Quellwassers gesprochen worden; später wird da, wo von der Verwitterung der Felsarten und von ihrer Umwandlung in Erdkrumen die Rede ist, noch mehr mitgetheilt werden. Das Quellwasser wirkt indessen nicht bloß chemisch, sondern auch mechanisch durch seine Lös- und Schlämmkraft auf die Erdrindemassen ein, welche es auf verborgenen Spalten heimlich durchrieselt. Es löst unterirdische Steinsalz- und Gypslager auf und raubt auf diese Weise den über diesen Lagern befindlichen Erdrindemassen die Stütze, so daß sie in die durch Lösung und Wegfluthung der Steinsalz- und Gypslager entstandenen Höhlen stürzen: Einknickungen der Gesteinsschichten und Erdfälle sind dann die Producte dieser mechanischen Thätigkeit des unterirdisch fließenden Wassers. Und ebenso dringt es in die thonigen Zwischenlagen der massigen Gesteinsbänke ein und erweicht und schlämmt sie, daß sie den über ihnen lagernden Gesteinsmassen keinen Halt mehr gewähren: Einsinkung, Knickung, Verschiebung dieser Gesteinsmassen, sowie damit verbundene locale Erderschütterungen, sind abermals Producte der schlämmenden Kraft des Wassers. Während so das unterirdisch fließende Wasser durch sein mechanisches Wirthschaften im Allgemeinen plötzlich hervortretende Veränderungen nicht in dem Massebestande, sondern in den Lagerungsverhältnissen der Erdrindemassen hervorbringt, erzeugt dasselbe durch sein chemisches Wirken Veränderungen in dem Massebestande der Felsarten, ohne — wenigstens in vielen Fällen — die äußere Form und die Lagerungsbeziehungen derselben zu berühren.

2. Die Flüsse.

Entstehung derselben. — Wenn das die Erdrinde durchfließende Quellwasser an irgend einer schief gelegenen Stelle der Erdoberfläche zu Tage tritt, so verläßt es auch gleich den Ort seiner Mündung und bewegt sich oder fließt in der Richtung dieser schiefen Ebene auf der Erdoberfläche fort. Das so entstehende Fließgewässer, welches eigentlich die Fortsetzung des unterirdischen Fließwassers bildet, nennt man je nach der Menge seines Wassers, sowie nach der Breite und Tiefe seiner Fließebene einen Bach, Fluß oder Strom. §. 16.

Die zahlreichen, nach den verschiedensten Richtungen hin die Erdoberfläche durchziehenden, Fließwasser sind indessen nicht bloß Producte von eigentlichen Quellen, sondern gar oft auch die Abflüsse von Gletschern und Schneefeldern, wie z. B. der Inn, Rhein und Rhone, oder von Seen und Teichen, wie z. B. die Havel (aus dem Dambecker See in Mecklenburg), die Newa (aus dem Ladogasee), der Nil (aus dem Nyanza- und Dembea-See) und der Lorenzstrom (aus den canadischen Seen), oder von Mooren (wie die Moorbäche Ostfrieslands und scheinbar auch die Elbe und Oder).

§. 17. **Lebenslauf des einzelnen Fließwassers.** — Sowie das einzelne Fließwasser seine Quelle verläßt, schlägt es irgend eine bergab ziehende Richtung ein, um dem gemeinsamen Vaterlande aller Flüsse, dem Oceane zuzueilen. Bisweilen glückt ihm dies nach langen Irrfahrten und vielfachen Kämpfen mit den ihm von den Gebirgen der Erde entgegengestellten Hemmnissen; viel häufiger aber wird es von anderen, nach demselben Ziele strebenden, Fließwassern oder auch selbst von großen Binnenseen verschlungen. Im ersten Falle erscheint daher sein Lebenslauf ein *vollständiger*, im zweiten aber ein *unvollständiger*.

In dem *vollständigen* Lebenslaufe eines einzelnen Flusses kann man nun dreierlei Fließgebiete unterscheiden, nemlich ein *oberes*, *mittleres* und *unteres*. Bei den in Gebirgen entspringenden Fließwassern treten dieselben ausgebildet hervor, sobald die Gebirge durch vorliegende Ebenlandsgebiete von dem Meere getrennt erscheinen; bei den im Hügel- oder gar im Ebenenlande hervortretenden Fließwassern dagegen sind gewöhnlich nur zwei, bisweilen auch nur eins dieser Fließgebiete vorhanden. Da, wie später gezeigt werden soll, der Einfluß eines Fließwassers auf die Umänderung der ihn umgebenden Landesgebiete von seinem Auftreten in den einzelnen Fließgebieten abhängig ist, so ist es nothwendig, dieses letztere so, wie es sich an allen *Gebirgsflüssen* offenbart, näher zu betrachten.

a. In seinem *oberen* Fließgebiete zeigt sich das eben erst aus dem Erdenschooße hervorgetretene Fließwasser um so malerischer, aber auch um so stürmischer und thatkräftiger, je höher seine Quelle am Gebirgsgehänge liegt und je abschüssiger dieses Gehänge selbst ist. Mag es nun aus dem Rande eines Gletschers oder aus einer wirklichen Quellenmündung hervortreten; immer wählt es sich den kürzesten Weg zu seinem Abflusse und stürzt sich hier am senkrechten Felsgehänge als tosender und stoßender Wasserfall herab, während es dort am sanfteren Gehänge des Gebirgsrückens theils brausend in reißendem Laufe theils gischtend unter Sprüngen und Wasserstufenbildungen bergab jagt. Wild und gewaltthätig ist in diesem ersten Stadium seines Oberlaufes sein ganzes Gebahren: hier reißt es Felsblöcke und Bäume, die sich ihm auf seinem einmal gewählten Pfade entgegenstellen, mit sich fort, dort stößt es alle Uferecken weg, welche es von seinem geradlinigten Laufe ablenken wollen. Dabei strebt es fortwährend seinen Weg kürzer zu machen dadurch, daß es überall da, wo es nur senkrecht auf die Sohle seiner Sturzrinne stampfen kann, dieselbe aushöhlt und wegfluthet, so daß Tümpfel

und Furchen entstehen, welche immer tiefer in den Gebirgsabhang §. 17.
einschneiden und zuletzt Schluchten bilden, in deren Hintergrund dann das Fließwasser als jäher Wasserfall zu Boden stürzt. Unter diesem Toben, Rennen und Stoßen erreicht das Gebirgswasser die Sohle der Thäler und hiermit das zweite Fließstadium seines oberen Laufes. Da nun, wo diese Thäler noch schluchtig sind und eine stark geneigte Sohle besitzen, ist der junge Fluß noch Herr seiner Fließrinne; er füllt dieselbe in der ganzen Breite der Schlucht aus und tobt noch mit voller Hast derselben entlang. Sowie aber die Sohle derselben in eine nur noch sanft geneigte schiefe Ebene übergeht und ihre Seitenwände weiter aus einander treten, da breitet sich das Fließwasser mehr aus und indem es hierdurch an Tiefe verliert, wird auch seine Wucht geringer, so daß nun die Anziehungskraft der Seitenwände und die Reibung an der Sohle seines Fließbettes dasselbe mehr aufzuhalten vermögen. In Folge von allen diesen Hemmnissen, zu denen sich auch noch zahlreiche Felsblöcke gesellen, die es selbst erst in seinem Ungestüme sich in das Fließbett gewälzt hat, wird jetzt seine Eilkraft so gemindert, daß es zickzackig von einer Uferwand zur anderen geschleudert und wieder von den Blöcken seines Rinnbettes zurückgeworfen unter Kollern und Gischten sich unmuthig hin und her schlängelt, bis es endlich aus dem Gebirge hinaus in das angrenzende Vorland tritt.

b. Mit diesem seinem Eintritte in das Gebirgsvorland beginnt das mittlere Fließgebiet des Gebirgsflusses. In diesem treten die Uferwände seiner Fließrinne noch weiter aus einander, während die Neigung der Fließebene sich noch mehr der Horizontalen nähert. Das schon während seines Thallaufes in seiner Geschwindigkeit schwächer gewordene Fließwasser bewegt sich daher in diesem mittleren Gebiete unter Murmeln und Ziſchen in weiten Schlangenbogen (Serpentinen) dahin und zeigt an seiner Oberfläche nur da, wo es durch Unebenheiten seiner Sohle gehemmt wird, ein leichtes, netzförmig sich kreuzendes, Kräuseln. Nur wenn sich in diesem mittleren Gebiete seinem Laufe ein Bergrücken hemmend entgegenstemmt, dann kann es noch einmal in seine volle Stoßkraft gerathen und, wenn seine Wassermasse stark genug ist, so lange gegen denselben anrennen, bis es ihn zertrümmert und durchbrochen hat.

c. Je weiter nun das Fließwasser sich von dem Gebirgslande entfernt und je mehr es sich dem tiefer gelegenen Ebenenlande nähert, um so mehr nimmt die Neigung seiner Fließebene ab und um so langsamer wird sein Lauf, bis es denn endlich in das Ebenenland und hierdurch in das untere Gebiet seines Laufes eintritt. Wer erkennt jetzt noch den wild dahinstürmenden Sohn des Gebirges? Matt, in sehr weiten Bogen schleicht er lautlos mit fast spiegelglatter Oberfläche in seinem breiten, fast wagerechten Rinnbette dahin, oft getrübt von erdigem Schlamm, den er von seinen gewöhnlich aus mürbem Erdreiche bestehenden Uferwänden abgeleckt hat, aber überall da, wo irgend ein Hemmniß seiner trägen Fortbewegung entgegen-

tritt, sinken läßt, so daß sich Untiefen, Sandbänke, Landzungen und Inseln bilden, durch die das träge Fließwasser gar manchmal von seinem ursprünglichen Laufe abgelenkt und sogar bisweilen genöthigt wird, sich ein neues Fließbett zu nagen. So schleicht das Fließwasser in seinem unteren Laufe, bis es endlich müde und matt in seine Heimath, das Meer, eintritt.

So ist der vollständige Lebenslauf eines Fließwassers beschaffen, wie er namentlich bei den in den Binnenlandsgebirgen entspringenden Flüssen vorkommt. Indessen giebt es auch gar manche Gebirgsgewässer, welche schon von jäher Gebirgswand herab in einen anderen Fluß stürzen oder sich gar schon in ein Meer vergraben, während andere wohl das obere oder mittlere Gebiet ihres Laufes vollenden, aber dann schon sich in das Meer oder in einen Landsee ergießen, — welche also nur einen unvollständigen Lauf zeigen. — Einen solchen unvollständigen Lauf nun zeigen überhaupt alle im Tieflande oder in der Nähe der Meeresküsten entspringenden Fließwasser (— so die sogenannten Küstenflüsse —). Ja, unter den in den sandreichen Steppen des Tieflandes entspringenden Flüssen kommen auch manche vor, welche nach längerem oder kürzerem Laufe sich im Sande ihres Rinnsaales verlieren.

§. 18. **Verbindung der Fließwasser zu Fluß- und Stromgebieten.** — Es ist im Vorigen der Lebenslauf des einzelnen Flusses als eines für sich bestehenden Individuums betrachtet worden. Solcher Flüsse jedoch, welche ganz für sich allein diesen eben beschriebenen Lauf vollbringen, giebt es auf der Erde verhältnißmäßig nur sehr wenige. In der Regel erscheinen die einzelnen Fließwasser auf die mannichfachste Weise unter einander zu einem mehr oder weniger gegliederten oder verzweigten Complexe verbunden, welcher in seiner Verzweigung bald einem Baume oder Strauche, bald dem Adersysteme des thierischen Körpers gleicht. Bei einem solchen Fließwasser-Complexe nun lassen sich hauptsächlich folgende Verbindungsweisen unterscheiden:

1) Das aus einer Quelle hervortretende Fließwasser bildet den Stamm, in welchen von den Seiten her unter verschiedenen Winkeln andere Quellfließwasser einmünden und sich mit ihm zu einem einzigen, größeren Bache oder Flusse verbinden.

   In diesem Falle gilt in der Regel das Stammgewässer als der Sammler aller in sein Bett einmündenden anderen Fließwasser und giebt der ganzen Verbindung den Namen.

2) Es fließen von mehreren Seiten her Quellwasser strahlig in einem Punkte so zusammen, daß man an dem aus ihrer Vereinigung entstandenen Fließwasser nicht erkennen kann, welches Quellwasser den Stamm bildet.

   In diesem Falle wird das aus ihnen gebildete gemeinsame Fließwasser gewöhnlich nach demjenigen Quellbache benannt, welcher entweder der wasserreichste ist oder die entfernteste Quelle hat.

   Bemerkung Sind die aus Quellen abfließenden Gewässer klein und schmal, so nennt man sie gewöhnlich Bäche; die aus der Vereinigung von mehreren Bächen hervorgehenden, breiteren und tieferen Fließwasser werden dann gewöhnlich Flüsse genannt; die aus der Verbindung von mehreren Flüssen entstehenden, breiten, tiefen, wenigstens in ihrem unteren und mittleren Laufgebiete schiffbaren und gewöhnlich in ein Meer einmündenden Fließwasser bilden endlich einen Strom.

Da nun alle die aus den Quellen entstehenden Flüsse und Bäche nach den tiefer gelegenen Stellen der Erdoberfläche fließen, so muß der Strom, in welchen sich alle diese Flüsse und Bäche ergießen, welcher also die Sammelrinne für sie alle bildet, an der tiefsten Stelle des von diesen Gewässern durchzogenen Landesgebietes sein Rinnbett haben, und das ganze von dem Strome und seinen sämmtlichen Nebenflüssen durchflossene Gebiet muß eine Mulde darstellen, deren Umfassungsrand durch eine Linie gebildet wird, welche von der Mündung des Hauptstromes dieser Mulde durch alle Quellen der in den letzteren mündenden Flüsse bis wieder zur Strommündung gezogen wird.

Alle die in eine und dieselbe Strommulde sich ergießenden oder mit anderen Worten zu einem und demselben *Stromgebiete* gehörigen Fließwasser fluthen die Felsschuttmassen, welche sie dem von ihnen durchzogenen Landesgebiete geraubt haben, wenigstens zum Theile ihrem Strome zu, welcher sie theils schon an seinen Ufern oder innerhalb seines Bettes theils an seiner Meeresmündung absetzt. Diese Schuttablagerungen im Bette oder an den Ufern eines Stromes sind daher von Interesse für die geognostische Bildungsweise gar manchen Schlämmlandgebietes, indem sie angeben, welche Landesgebiete das Bildungsmaterial für ein solches Schlämmland geliefert haben, zugleich aber auch andeuten, daß manches Fließwasser im Zeitverlaufe seinen Lauf geändert hat, so daß es gegenwärtig in einem ganz anderen Landesgebiete fließt, als ehedem. Von der Weichsel, Oder, Elbe und Weser ist dieses erwiesen, wie später noch gezeigt werden soll.

Beimengungen der Fließwasser. — Jedes Fließwasser enthält mehr oder weniger fremdartige Substanzen, sei es mineralischen, sei es organischen Ursprungs, theils vollständig in sich aufgelöst, theils nur mechanisch beigemengt. §. 19.

a. Die *vollständig gelösten* Substanzen erhält ein Fließwasser meistens schon durch die Quellen, welche es speisen, gar nicht selten aber auch aus dem von seinen Fluthen beleckten, durchzogenen und ausgesogenen Erdreiche seiner Ufer oder auch aus den auf der Sohle seines Bettes sich zersetzenden und verkohlenden Resten abgestorbener Pflanzen und Thiere.

   α. Unter den schon *durch die Quellen* in das Wasser der Flüsse gelangenden lösbaren Substanzen machen sich am meisten bemerklich:

      1) im *reinen* Wasser lösliche Mineralstoffe: Koch-, Glauber- und Bittersalz, sowie Gyps; außerdem bisweilen auch Alaun, Eisen-, Zink- und Kupfervitriol;

      2) in *kohlensäurehaltigem* Wasser lösliche Mineralien: vor allen kohlensaurer Kalk und bisweilen auch kohlensaures Eisenoxydul, außerdem phosphorsaurer Kalk und kieselsaure Alkalien.

   β. Unter den *aus dem Erdreiche der Uferwände* in das Wasser der Flüsse gelangenden Stoffen sind namentlich hervorzuheben in *reinem* Wasser schon lösliche Salze, von denen außer Kochsalz, Eisenvitriol und Alaun namentlich die bei dem Verwesungsprocesse organischer Reste sich bildenden humin-, quell-

und ſalpeterſauren Salze der Alkalien, alkaliſchen Erden und des Eiſenoxyduls, ſowie auch Salmiak ſich bemerklich machen.

γ. Die auf dem Grunde der Fließwaſſer ſich zerſetzenden Organismenreſte liefern zunächſt einen ſchwarzen, kohlenreichen Schlamm, in welchem ſich Schwefel-, Phosphor- und Kohlenwaſſerſtoff, außerdem Kohlenſäure, Schwefelmetalle und geïn- oder quellſaure Salze der Alkalien, alkaliſchen Erden und des Eiſens entwickeln. Mit Ausnahme der Schwefelſchwermetalle, unter denen ſich am meiſten Schwefeleiſen bemerklich macht, ſind die meiſten dieſer Zerſetzungsproducte zwar im Waſſer löslich oder doch abſorbirbar; allein der kohlenreiche Bodenſchlamm ſaugt namentlich die gasförmigen Zerſetzungsproducte, wie Kohlenwaſſerſtoff, Schwefelwaſſerſtoff und Kohlenſäure, in ſich auf und läßt ſie auch nur erſt bei ſtarker Umrührung entweichen.

b. Die einem Fließwaſſer *mechaniſch beigemengten* Subſtanzen können ſein theils nur rollbare, wie grober und feiner Sand, theils vollſtändig ſchlämmbare, wie Thon, Eiſenoxydhydrat, Kalkmehl, Humus- und Torfſchlamm. Wenn durch ſtarke Regengüſſe die Maſſe eines Fließwaſſers ſehr vermehrt worden iſt, oder wenn es einen ſtarken Fall hat, dann kann es alle dieſe Subſtanzen zugleich in ſich enthalten; ſobald aber ſeine Waſſermenge oder ſeine Fließgeſchwindigkeit abnimmt, dann läßt es allmählich alle dieſe Beimengungen ſinken, ſo daß es zuletzt nur noch ſchlämmbare Subſtanzen enthält, von denen es indeſſen auch um ſo mehr verliert, je mehr es durch Ufervorſprünge, Brückenpfeiler, in ſeinem Bette liegende Baumſtämme und andere Hinderniſſe in ſeinem Laufe aufgehalten wird. Verhältnißmäßig am reinſten von Beimengungen erſcheinen noch diejenigen Fließwaſſer, welche eine mit Felsblöcken und Geröllen bedeckte oder aus feſtem Geſteine beſtehende Sohle und felſige Ufer beſitzen.

B. Stehende Gewäſſer.

§. 20. **Begriff und Eintheilung derſelben.** — Den Fließwaſſern gegenüber ſtehen alle diejenigen Gewäſſer, welche im Zuſtande der Ruhe die einmal von ihnen in Beſitz genommene Stelle Landes nicht oder nur da, wo ſie einen Abzugscanal haben, verlaſſen, weshalb man ſie auch *ruhende* oder *ſtehende Gewäſſer* nennt.

Von ihnen ſind von vornherein zu unterſcheiden: die, innerhalb der Feſtländer und Inſeln gelegenen, *ſtehenden Binnenlandsgewäſſer* mit vorherrſchendem Süßwaſſer, und das, alles Land des Erdkörpers umgürtende und durch ſeine Salzfluth ausgezeichnete, *Meer*.

1. Die ſtehenden Binnenlandswaſſer.

§. 21. **Lagerorte und Entſtehungsweiſe derſelben.** — Wo ſich auf der Erdoberfläche mulden-, becken-, keſſel- oder trichterförmige Vertiefungen mit

einer, das Wasser nicht durchlassenden, Sohle befinden, da kann sich Wasser §. 21.
ansammeln und Veranlassung zur Bildung eines stehenden Gewässers geben. — In dieser Weise können demnach alle die Landeinsenkungen, welche theils durch Erdbeben, theils auch durch Niedersturz von Landesstrecken in unterirdische Höhlen entstehen, aber auch die ausgebrannten Krater alter Vulcane, sowie die durch Flüsse ausgewühlten Landesvertiefungen oder die durch Wirbelwinde erzeugten Becken im Gebiete der Dünen und des aus losen Landanhäufungen bestehenden Tieflandes mit der Zeit zu solchen stehenden Gewässern die geeigneten Lager- oder Sammelstätten abgeben.

Wenn nun auch gar manche dieser stehenden Gewässer durch das an ihren Lagerstätten sich ansammelnde Regenwasser entstehen, wie z. B. in alten Kratern, oder ferner in Erdfällen durch das Wasser gebildet werden, welches bei der Entstehung dieser Erdvertiefungen durch die, in unterirdische Wasserhöhlen einsinkenden, Erdrindemassen in die Höhe getrieben wird, oder endlich durch Quellen, welche in einem Landesbecken emporsprudeln, allmählich erzeugt werden, so sind doch wohl die Fließwasser die Hauptbildner vorzüglich derjenigen stehenden Gewässer, welche man See n nennt.

Wenn Wasserfälle, reißende Gebirgsbäche und Gletscherabflüsse ihre Wassermasse in ein von allen Seiten geschlossenes Schluchten- oder Kesselthal schütten, so häuft sich in diesem ihr Wasser immer mehr an, und zwar in der Weise, daß sich zuerst der unterste und tiefstgelegene Theil des Thales füllt, dann aber in dem Grade, wie das Niveau des Wassers in diesem unteren Thalgebiete steigt, die Wasseransammlung auch rückwärts in die oberen höher gelegenen Theile des Thales dringt, bis sie das ganze Thal ausgefüllt hat. Erhält nun der so entstandene Thalsee noch fortwährend Wasser zugeführt, so wird das noch weiter hinzutretende Wasser an der niedrigsten Stelle der das Thal umgebenden Gebirgswände abfließen. Oft aber erbricht sich auch das so angestauete Wasser an der, dem Thale an seinem unteren Ende, quer vorliegenden Gebirgswand eine Abzugsspalte, so daß sich nun der von ihm gebildete See in dem Grade immer mehr entleert, je tiefer diese Spalte nach und nach wird.

1) In dem Gebiete der Alpen giebt es eine Menge gegenwärtig trocken gelegter Thäler, welche ehemals Gebirgsseen waren, wie noch das in ihnen abgelagerte Schuttland beweist, so z. B. das Innthal, welches ehedem, als der Inn sich bei Kufstein noch keinen Abzug gebrochen, ebensogut, wie der Pinzgau, ehe sich die ihn durchströmende Salzach am Passe Lueg einen Canal genagt hatte, ein Binnensee war. In den Alpen kommen auch mehrere Kesselthäler vor, welche stufenweise nach ihrem Gebirgshintergrunde ansteigen und durch zwischen ihnen liegende, noch gegenwärtig von einem wilden Gebirgsbache durchzogene, Schluchten mit einander in Verbindung stehen, — so die schöne Thälerschnur der Gastein und der Oetz, — und ihrer ganzen Beschaffenheit nach ehemals Seenbecken waren. — Uebrigens giebt es auch in Mitteldeutschland mehrere solcher Thäler, welche ehedem gewaltige Binnenseen waren, so das in Böhmen lie-

gende Thal der Elbe, das Thal der Hörsel bei Eisenach, das Thal der Werra und Weser u. s. w.

2) In Thälern können auch, wenn auch oft nur vorübergehend, dadurch Seen entstehen, daß, wie dieses in den Alpen schon oft vorgekommen ist, durch den Sturz von Lawinen oder den Einsturz von Felsmassen der ein Thal seitlich einengenden Berge ein Schuttdamm das Thal querdurch verschließt, so daß nun der ein solches Thal durchziehende Fluß nicht mehr abfließen kann. Dieses geschah z. B. im vorigen Jahrhundert im Pinzgau.

§. 22. **Veränderungen in der Quantität und Qualität des Wassers in stehenden Gewässern.** — Die stehenden Binnenlandsgewässer erleiden im Verlaufe der Zeit mancherlei Veränderungen sowohl in der Menge wie in der Beschaffenheit ihres Wassers. Größer am Umfange oder an Tiefe werden die gegenwärtig auf der Erdoberfläche bestehenden Gewässer nur selten, da sie die Vertiefungen, welche sich auf der letzteren befinden, in der Regel schon vollständig ausfüllen. Wohl aber bemerkt man an den meisten der stehenden Binnenlandsgewässer, daß sie theils durch mineralischen und vegetabilischen Schutt ausgefüllt werden, theils sich durch Verdunstung ihres Wassers, oder durch unterirdische Abflüsse oder auch in Folge des Durchbruches ihrer Ufer allmählich entleeren.

Die Wasseransammlungen, welche sich in der Vorzeit gebildet haben, werden in der Gegenwart und Zukunft wieder in Land umgewandelt, so daß eine Zeit kommen wird, in welcher viele der Seen, welche noch gegenwärtig große Schiffe tragen und meilenweit sind, fruchtbares, von Menschen bewohntes und cultivirtes, Ackerland bilden. Die Ausfüllung dieser Seen kann nun in doppelter Weise vor sich gehen:

a. durch Stein- und Erdschutt. Dieses geschieht hauptsächlich in allen den Wasserbecken, welche von Flüssen, hauptsächlich Gebirgsbächen, gespeist werden. Der von der Reuß durchzogene Vierwaldstätter See, der von der Aar durchströmte Brienzer und Thuner See, der vom Rhein durchflossene Bodensee u. s. w. zeigen dieses zur Genüge;

b. durch Pflanzenschutt und aus demselben entstehenden Torf. Dieses ist vorzüglich der Fall bei den durch Regenwasser gespeisten Kraterseen, Erdfällen, Dünenseen und muldenförmigen flachen Wasseransammlungen auf dem Kamme der Gebirge oder auch bei den kleineren Seebildungen, welche nur durch Quellen oder kleine während des Sommers austrocknende Bäche ihren Zufluß erhalten. Gar manche ehedem große Seen zeigen diese, in der Regel von den Ufern aus durch schwimmende Wassermoosdecken vor sich gehenden Ausfüllungen, so der Neusiedler See in Ungarn, der Pfäffikersee bei Robenhausen, der Wauwylersee im Canton Luzern, der Moossee bei Bern, der Federsee im Würtembergschen, das Steinhudermeer im Lippeschen u. s. w.

Bemerkung. Später, wo von den Landbildungen durch Wasser die Rede sein wird, soll dieser Gegenstand weiter erörtert werden.

Wie die stehenden Gewässer des Binnenlandes durch Ausfüllungen in Land umgewandelt werden, so geschieht dieses auch durch Entleerungen ihrer Becken. In flachen, weit ausgebreiteten Seenbecken kann schon durch den Verdunstungsproceß namentlich in heißen, trockenen Lagen oder in ebenen Landesgebieten, welche von trockenen, zur Verdunstung anregenden, Luftströmungen bestrichen werden, soviel Wasser verschwinden, daß ihre noch vorhandene Wassermasse weit von ihren ehemaligen Ufern zurücktritt und nur noch die tiefen Stellen ihres Beckens ausfüllt. Dies bemerkt man z. B. recht deutlich an mehreren der Salz haltigen Seen Sibiriens, (— z. B. am Aralsee —), deren

zum Theil entleertes Becken dann weit mit einer Salzkruste bedeckt erscheint. Indessen können sich auch Seenbecken ganz oder theilweise entleeren durch unterirdischen Abfluß, sei es nun, daß die Sohle ihres Beckens in eine unterirdische Höhle stürzt, welche nun das Wasser des Sees verschluckt, sei es, daß unterirdische Abzugscanäle namentlich in trockenen Sommern das Wasser solcher Seen ableiten, wie dieses z. B. der Fall ist bei dem Zirknitzer See im Karstgebiete. — Endlich kann sich auch noch ein See dadurch entleeren, daß das in ihm befindliche Wasser seine Ufer durchnagt und nun in weit größerer Masse abfließt, als die Menge des dem See zufließenden Wassers beträgt. Die oben schon bei der Bildung von stehenden Gewässern in geschlossenen Thälern erwähnten Beispiele über die ausgetrockneten Seen der Alpenthäler bestätigen dieses. Der allbekannte Fall des Niagara in Nordamerika, welcher durch einen Abfluß aus dem Eriesee gebildet wird, nagt von seinem Falle aus rückwärts nach dem Eriesee zu immer mehr Land weg. Nach Lyell weicht er in Folge dieses rückwärts schreitenden Abnagens von seinem Flußbette jährlich um 1 Fuß weit zurück und wird in 36000 Jahren den Landesraum zwischen seinem Falle und dem Eriesee so ausgenagt haben, daß der letztere ganz abfließen muß.

Arten der stehenden Binnengewässer. — Schon aus dem im vorigen Paragraph Mitgetheilten ergiebt sich, daß die stehenden Binnenlandsgewässer theils nach ihrer Bildungsweise (— Quell-, Fluß-, Gletscher- und Regenwasserseen —), theils nach ihren Lagerorten (— Gebirgs- und Tieflandsseen, Berg- und Thalseen, Krater- und Erdfallseen u. s. w. —), theils aber auch nach der Menge und Beschaffenheit ihres Wassers verschieden sind. Was nun namentlich die Verschiedenheit der stehenden Gewässer nach der Beschaffenheit ihres Wassers betrifft, so muß man folgende Arten derselben unterscheiden: §. 23.

a. Eigentliche Seen: Umfangreiche und in der Regel auch tiefe, natürliche Wasseransammlungen, deren Wasser im ruhigen Zustande keine — oder für das bloße Auge unbemerkliche — mechanisch beigemengte, Schlammtheile, sondern vollständig aufgelöste Substanzen enthält, weshalb es durchsichtig und gewöhnlich auch farblos erscheint, sobald man kleinere Mengen desselben z. B. in einem Glasgefäße beobachtet. Da die bei weitem meisten dieser Seen durch Flüsse oder Quellen gespeist werden, so muß ihr Wasser auch diejenigen Mineralsubstanzen in sich gelöst enthalten, welche diese Zuflüsse ihnen zuführen. Im Allgemeinen nun kann man in dieser Beziehung unterscheiden:

1) Süßwasserseen, deren Wasser keinen stark hervortretenden salzigen oder laugenhaften Geschmack hat und darum auch verhältnißmäßig nur wenige Salze der Alkalien und der Magnesia enthält. Die am meisten in ihrem Wasser gelöst vorkommenden Mineralsubstanzen sind doppeltkohlensaurer Kalk und Gyps. Das erstere dieser beiden Mineralien zeigt sich hauptsächlich in Seen, welche von Kalkgebirgen umschlossen und von den Quellen und Flüssen dieser Gebirge gespeist werden. Ihr Kalkgehalt offenbart sich einerseits durch die schön grüne Farbe, welche ihr Wasser bei auffallenden Lichtstrahlen zeigt, und andererseits dadurch, daß sich im Verlaufe der Zeiten auf ihrer Sohle ein Absatz von Kalktuff bildet. Beispiele für diese Art von Seen geben die schönen Seen im Gebiete der nördlichen Kalkalpen, so

§. 23. der Achen- und Königssee. — Außer Kalk und Gyps enthalten Seen bisweilen auch kohlen- und quellsaures Eisenoxydul in sich aufgelöst, welches im Zeitverlaufe Veranlassung zur Bildung von Brauneisenerz-Ablagerungen geben kann. Dieses ist z. B. der Fall bei Seen, welche von Moorwassern gespeist werden. Im Gebiete des norddeutschen Tieflandes (— z. B. der schwarzen Elster) kommen solche Seen hie und da vor. —

2) Salzwasserseen, deren Wasser soviel Salze verschiedener Art in sich aufgelöst enthält, daß es nicht nur einen koch- oder bittersalz ähnlichen oder auch einen laugenhaften Geschmack hat, sondern auch bei seiner Verdunstung theils auf den von ihm überfluthet gewesenen Uferländereien theils auf der Seesohle selbst einen mehr oder minder starken Absatz von Salzen erzeugt. Diese Seen erhalten ihren Salzgehalt theils durch Quellen oder Flüsse, welche aus Steinsalzlagern abfließen, theils unmittelbar aus dem salzhaltigen Boden, in welchen sie eingebettet sind, theils auch aus einer unterirdischen Salzsoole-Ansammlung, wie dies z. B. der Fall ist bei manchen Erdfällen, welche durch den Niedersturz von Erdrindemassen in ein unterirdisches Salzwasserbassin entstanden sind, theils endlich auch durch salzhaltige vulcanische Dämpfe, welche sich mit dem Quellwasser mischen, durch welches Seen gespeist werden. — Je nach der Art der in ihrem Wasser vorherrschenden Salze unterscheidet man bei diesen Salzseen:

α. Koch-Bittersalzseen, merkwürdige Gewässer, welche in ihrem Wasser vorherrschend Chlornatrium und Chlormagnesium, außerdem aber auch noch kleine Mengen von Chlorkalium, Chlorcalcium und auch nicht selten schwefelsaure Magnesia enthalten, wie folgende Beispiele zeigen werden:

Es enthält in der Regenzeit

in 100 Theilen Wassers	a. der Eltonsee nach Göbel:	b. der Urumiasee n. Abich:	c. das todte Meer n. Marchand:
Chlornatrium . . .	13,12	86,37	6,578
Chlormagnesium .	10,54	6,91	10,543
Chlorkalium	0,22	—	1,398
Chlorcalcium . . .	—	0,27	2,894
Chloraluminium .	—	—	0,018
Brommagnesium .	—	—	0,250
Magnesiasulfat . .	1,67	6,08	—
Gyps	—	0,34	—
Kieselsäure	—	—	0,003

a. der Eltonsee liegt auf der linken Seite der unteren Wolga und wird von Flüssen der salzhaltigen Kirgisensteppe gespeist;
b. der Urumiasee liegt in Armenien;
c. das todte Meer in Palästina wird vom Jordan gespeist.

Die vorstehenden Analysen des Wassers vom Elton- und Urumiasee geben mehr Kochsalz als Chlormagnesium an.

Dieses Verhältniß findet in der That auch statt, wenn man §. 23.
das Wasser dieser und vieler anderen Seen zur Winter- oder Regenzeit untersucht; in der trockenen, heißen Jahreszeit aber enthält dasselbe weit mehr Chlormagnesium als Chlornatrium. Der Grund von dieser Erscheinung ist folgender: Wohl alle Binnenlands-Salzseen haben nur Zu-, aber keinen Abfluß. Da nun die Zuflüsse fortwährend in ihrem Wasser Salze den Seen zuführen, so wird, wenn in trockenen heißen Sommern das Seewasser stark verdunstet, der Salzgehalt im See allmählich so stark, daß er zuletzt, wie dieses namentlich der Fall beim Eltonsee ist, eine gesättigte Salzlösung (— 28 Procent Salz —) bildet, aus welcher sich das Kochsalz ausscheidet und in krystallinischen Massen zu Boden senkt, das, in weit weniger Wasser lösliche, Chlormagnesium aber noch gelöst bleibt. Die Sohle des Eltonsees besteht bis auf unbekannte Tiefe aus festem Salze.

Salzseen kommen in allen Welttheilen vor. Vorzüglich reich an denselben ist die nordwestliche Hälfte Asiens vom Caspischen See an durch die Steppenländer, die Tiefländer Sibiriens und die Hochebenen der Mongolei und Tartarei. Auch Afrika besitzt deren mehrere, so den im östlichen Afrika etwa unter 12 ^{0} nördl. Breite und 60 ^{0} östl. Länge gelegenen, $2^1/_2$ Meilen langen und $^3/_5$ Meilen breiten Assalsee, dessen Wände ringsum von festem Salz gebildet werden. — Ferner befinden sich auch in Deutschland hie und da kleinere, von Salzquellen gespeiste, Seen, so der Salzsee zwischen Halle und Eisleben, ebenso der See von Salzungen im Werrathal. — Endlich ist noch unter den Seen Nordamerikas der 14 Meilen lange und 6 — 7 Meilen breite, große Salzsee in dem Gebiete der Mormonen westlich vom Felsengebirge zu erwähnen. Derselbe, welcher von vielen Flüssen und namentlich von dem Bear River gespeist wird, hat ein mit Salz so stark gesättigtes Wasser, daß sich seine Ufer im Sommer mit einer Salzrinde bedecken. Bemerkenswerth ist noch bei diesem See, daß nicht weit von ihm ein Süßwassersee (Utah) lagert und er selbst ringsum von Schwefelquellen umgeben ist.

β. Soda- (oder Natron-) Seen, welche kohlensaures und schwefelsaures Natron in so reichlicher Menge in ihrem Wasser aufgelöst enthalten, daß sie in der heißen Jahreszeit viel Soda absetzen. Vorzüglich bekannt sind in dieser Beziehung mehrere kleinere Seen bei Debreczin in Ungarn und die schon im Alterthum bekannten Natronseen südwestlich von Alexandrien in Aegypten.

γ. Boraxseen, deren Wasser beim Verdunsten viel Borax oder Tinkal abscheidet. Am bekanntesten unter ihnen ist der See Teschu Lumbu (oder Lubrong) in groß Tübet,

§. 23. welcher alljährlich an ſeinen Ufern große Mengen Tinkal abſetzt, während ſich auf ſeiner Sohle Steinſalz ablagert.

Sowohl die Süß-, wie Salzwaſſerſeen werden ſich um ſo mehr mit den, ihnen von Flüſſen zugeführten, Mineralſtoffen ſättigen und in Folge davon auch um ſo ſtärkere Ablagerungen von dieſen Stoffen an ihren Ufern oder auf ihrer Sohle bilden, je mehr einerſeits das Waſſer ihrer Zuflüſſe von denſelben enthält und je mehr ſie ſolcher Zuflüſſe beſitzen, je weniger andererſeits ſie Abflüſſe haben, je weiter ausgebreitet ihr Waſſerſpiegel und je flacher ihre Ufer, kurz je offener und zugänglicher ihr Waſſerſpiegel für die Verdunſtungspotenzen, namentlich für trockene Luftſtrömungen, iſt.

Schließlich muß hier noch erwähnt werden, daß die bei weitem meiſten und größten Seen in den Landesgebieten der nördlichen Erdhalbkugel, und namentlich in der gemäßigten und auch kalten Zone derſelben, vorhanden ſind.

b. *Schlammgewäſſer.* — Alle Flüſſe enthalten, namentlich nach ſtarken Regengüſſen neben ihren aufgelöſten Subſtanzen mehr oder weniger Steinſchutt, Erdſchlamm und Organismenreſte in ihrem Waſſer. Da nun, wo ſie in Seen einmünden, ſetzen ſie, wie ſpäter bei der Betrachtung der durch das Waſſer hervorgebrachten Veränderungen der Erdrinde die Rede ſein wird, all ihren mechaniſch beigemengten Schutt um ſo leichter und um ſo mehr ab, je langſamer ſie in einen See einfließen, je größer der Widerſtand iſt, welchen die Maſſe des Seewaſſers ihrem Einfluſſe entgegenſetzt, je weniger ein See Abflüſſe hat und je leichter der letztere von ſeinem Waſſer verdunſten kann. Unter dieſen Verhältniſſen kann ſich im Zeitverlaufe ein Seebecken ſo mit Stein- und Pflanzenſchutt anfüllen, daß ſein früher farbloſes, durchſichtiges Waſſer zum ſchmutzig gefärbten, undurchſichtigen *Schlammpfuhl* und dann bei noch weiterer Verdunſtung ſeines Waſſers zu einem *Sumpf*, *Moraſt* oder *Moor* wird. Es iſt indeſſen hierbei ein Unterſchied zu machen, je nachdem ein ſtehendes Gewäſſer ſich vorherrſchend mit durch Flüſſen herbeigeflutheten Schutt füllt oder durch abſterbende Pflanzenmaſſen gefüllt wird, welche in ſeinem Becken ſelbſt wachſen.

1) Wird ein ſtehendes Gewäſſer durch herbeigeflutheten, vorherrſchend aus Mineralſubſtanzen beſtehenden, Schutt ausgefüllt, ſo lagert ſich dieſer auf der Sohle des Waſſerbeckens ab und füllt allmählich dieſes letztere *von unten nach oben* in der Weiſe aus, daß zuletzt nur noch eine dünne, mit fein zertheiltem Schlamme untermiſchte, Waſſerſchichte übrig bleibt, welche allmählich abfließt oder verdunſtet, ſo daß das ganze Seebecken nun ausgefüllt erſcheint von ſchlammiger Erde, deren Waſſergehalt nur erſt beim Darauftreten oder beim Umwühlen derſelben hervortritt. In dieſem Falle iſt alſo der See umgewandelt worden in einen *Moraſt* (Marſt oder *Bruch*), aus welchem bei ſeiner Trockenlegung eine *Marſche* entſteht.

2) Wird aber ein stehendes Gewässer, — zumal ein solches, welches keinen Zu- und Abfluß hat, wie dieses bei den Krater-, Erdfall- und Dünenseen der Fall ist, durch Pflanzenmassen ausgefüllt, so geschieht dieses entweder *von der Oberfläche aus nach unten*, wenn ein solches Gewässer sehr tief ist, oder auch vom Grund aus nach oben hin, wenn ein Seebecken eine geringe Tiefe hat, sei es nun, daß es von Natur schon sehr flach ist, sei es, daß es durch Mineralschuttablagerungen an Tiefe verloren hat. §. 23.

α. Wird ein Wasserbecken *von oben nach unten* ausgefüllt, so geschieht dieses hauptsächlich durch *Wassermoose* (Arten aus der Gattung Sphagnum). Diese Moose siedeln sich zunächst an den, vom Wasser durchdrungenen, Ufern an und wuchern nun nach der Oberfläche des Wasserbeckens hin so stark, daß sie bald eine schwimmende Moosdecke (schwimmende Insel) auf dem Wasserbecken darstellen, welche sich allmählich so vergrößert, daß sie die Oberfläche des letzteren ganz verdecken kann. Indem nun diese schwimmende Moosdecke nicht bloß am Umfange, sondern auch in die Dicke wächst und sich auf ihrer vermodernden Oberfläche immer mehr andere Pflanzen, — Flechten und Moorgräser, — ansiedeln, wird ihre Masse so schwer, daß sie sich unter den Wasserspiegel senkt. Indem aber weiter theils auf ihrer Oberfläche theils wieder vom Ufer aus sich neue Moosdecken bilden, wird sie immer dicker, immer schwerer und immer weiter nach unten gedrückt, wobei aber immer von Neuem sich an ihrer Oberfläche neue Moosmassen ansiedeln. Dieses Wachsen geht so lange fort, bis endlich diese Moosdecken so dick geworden sind, daß sie das ganze Wasserbecken von unten nach oben ausfüllen. Indem endlich nun alle diese Moosmassen äußerst gierig Wasser in sich aufsaugen und festhalten, verschwindet zuletzt zumal in der trockenen und warmen Jahreszeit alles Wasser von der Oberfläche des mit vermodernden Moosmassen angefüllten Wasserbeckens, wiewohl die Moosmassen selbst durch und durch mit Wasser erfüllt sind. Ein solches ganz mit vermodernden Pflanzenmassen ausgefülltes Wasserbecken wird dann ein *Moor* (*Maar* oder auch *Moos*) genannt; und haben sich seine Pflanzenmassen erst in Torf umgewandelt, dann bildet es ein *Torfmoor*. Die Kraterseen auf der Eifel, welche unter dem Namen der *Maare* bekannt sind; die *Hochmoore* der Rhön und Ostfrieslands; das schon genannte Steinhuder Meer im Lippeschen mit seinen wiesenähnlichen schwimmenden Halbinseln („Quebben"); der Neusiedler See mit seiner 6 Quadratmeilen großen schwimmenden Wiese („Hansag") und der früher schon angegebene Pfäffiker und Wauwyler See in der Schweiz sind Beispiele für diese Vermoorung der Seen. (Vgl. hierzu §. 57.)

§. 23. β. Es können indessen Seen auch von unten nach oben in Moore umgewandelt werden, wenn dieselben flach oder schon so weit mit Erdschlammschutt angefüllt sind, daß sie nur noch eine kaum 1—2 Fuß tiefe Wasserschichte besitzen. In diesem Falle aber wird in der Regel die Vermoorung durch hohe Wassergräser, Riedgräser und Schilfe herbeigeführt, welche von Ufern aus immer weiter in die Seebecken hineinrücken und durch ihre abgestorbenen und vertorfenden Massen meist in Gemeinschaft mit neu hinzutretenden Erdschlammmassen allmählich eine so hohe Moorlage bilden, daß sie aus dem Wasserspiegel hervortritt und durch Austrocknung den Grund und Boden für Grasmatten, Erlen- und Weidengebüsche bildet. Diese hauptsächlich durch gras- und schilfartige Gewächse hervorgerufenen und später den Sitz von Ried-, Woll-, Simsen- und Binsengräsern bildenden Moorungen zeigen sich an vielen durch Erdschutt halb ausgefüllten Seen im Vorlande der Alpen, z. B. am Tegernsee und den meisten bayerischen Alpenseen.

Schlamm- und Moorgewässer werden aber nicht bloß durch die Ausfüllung von stehenden Gewässern gebildet, sondern entstehen überall da, wo Wasser in flachen Bodenvertiefungen sich zeitweise ansammeln kann. Dieses ist unter anderem der Fall auf flach muldenförmigen Wiesen und Aeckern mit einem das Wasser nicht durchlassenden oder schlammig werdenden und dann die Nässe festhaltenden Grunde, selbst in den Mulden zwischen den nur aus losem Sande bestehenden Dünenreihen, am meisten aber in den Ländereien, welche an Flüssen liegen und einen das Wasser der letzteren auffaugenden und festhaltenden Boden haben. In der Regel geht die Versumpfung und Vermoorung während des Winters an, weil in diesem einerseits das durch Regengüsse, Schneeschmelz und Flußüberschwemmungen angesammelte Wasser in Folge der geringen Temperatur nicht so leicht verdunsten kann und andererseits sich gerade in der kalten Jahreszeit die Sumpf- und Wassermoose am leichtesten ansiedeln und vermehren können. Lagern dann solche überschwemmte Bodenstrecken an kühlen, schattigen Orten, z. B. in waldigen Thälern an der Nordseite der Gebirge, und folgen dann auch noch nach nassen Wintern regenreiche Sommer, so bleibt der einmal vom Wasser ganz durchdrungene Boden auch naß, und die auf ihm einmal angesiedelten und das Wasser festhaltenden Moose behalten Zeit, sich recht zu vermehren und zu vollen Beherrschern des Bodens zu machen.

Moräste, Moore und Sümpfe sind demnach nach allem eben Mitgetheilten eigentlich nur Uebergangsformen theils von den eigentlichen Seen zu Landbildungen theils von diesen letzteren zu Seenbildungen; denn es kann, wie eben gezeigt worden ist, aus einem See mit der Zeit ein Moraſt, Moor und zuletzt culturfähiges Land werden, aber ebenso gut kann sich bei günstiger Lage und Witterung aus einem Moraste oder Moor wenigstens zeitweise ein See entwickeln. Die kleinen Seebildungen auf dem Scheitel der Hochmoore, von denen sogar Bäche abfließen, z. B.

in Ostfriesland, und die Seen, welche sich auf den vom Wasser ganz durchzogenen Bodenniederungen in der Nähe großer Flüsse bilden, beweisen dieses.

Eigenthümliche Erscheinungen in den stehenden Gewässern. — §. 24. Außer den mechanischen und chemischen Beimischungen in ihrem Wasser zeigen die verschiedenen, im Vorigen angegebenen, stehenden Gewässer theils in dem Stande, theils in den Bewegungen, theils auch in der Farbe ihres Wassers mancherlei Eigenthümlichkeiten, welche der Erwähnung werth sind.

a. Eigenthümlichkeiten der eigentlichen Seen.

1) Der Wasserstand. — Das Wasser eines See's, welcher durch Zuflüsse von Außen gespeist wird, steigt so lange, bis seine Oberfläche eine so große Ausdehnung hat, daß sie gerade so viel Wasser verdunsten kann, als sie während eines Jahres durch Zufluß erhalten hat. Wenn nun auch durch den Mineralschutt, welchen die Flüsse in dem Becken eines See's absetzen, das Wasser des letzteren in die Höhe getrieben wird, so wird dadurch doch nur bewirkt, daß sich dasselbe, — wenn anders es nicht durch hohe senkrechte Uferwände umgrenzt wird, — seitwärts mehr ausdehnt, so daß es also nicht an Höhe, sondern nur in seinem Umfange eine Veränderung erleidet. In dem Grade aber, wie die Oberfläche eines Sees sich seitlich mehr ausdehnt, wird auch seine Verdunstungsfläche größer, so daß er auch mehr Wasser durch Verdunstung verliert. Das durch die Schuttablagerungen in einem Seebecken hervorgebrachte Steigen des Wassers wird demgemäß um so mehr abnehmen, je höher der Schutt in dem Becken steigt. Dieses abnehmende Verhältniß im Steigen des Seewassers wird also auch so lange dauern, bis die durch die Verdunstung hervorgebrachte Verminderung und die durch die Schuttablagerungen bewirkte Erhöhung des Wasserstandes einander ausgleichen; alsdann wird das Niveau eines Sees unverändert bleiben. Da nun die bei weitem meisten, gegenwärtig auf der Erdoberfläche vorhandenen Seen ihr Niveau nicht weiter mehr weder in der Höhe noch in ihrem Umfange, vergrößern, wenn anders nicht ihr Abfluß verstopft oder ihr Zufluß sehr verstärkt wird, so beweist dieses, daß ihr Wachsthum längst aufgehört und der Zustand des eben erwähnten Gleichgewichts in ihrem Wasserstande eingetreten ist. Erfolgt jetzt nun noch eine Aenderung im Wasserstande, so ist derselbe ein abnehmender, welcher zuletzt mit der vollständigen Ausfüllung eines Seebeckens endigt.

2) Außergewöhnliche Bewegungen. Am Genfer See beobachtet man vorzüglich am Tage gegen Ende des Sommers (— zur Zeit der Aequinoctien —) ein unregelmäßiges, nicht durch Wellenschlagen begleitetes, Steigen des Wassers, welches höchstens 20 Minuten anhält und an engeren Stellen, z. B. bei Genf, bis 5 Fuß, an breiteren Stellen aber nur einige Zoll beträgt. Diese eigenthümliche Bewegung des Seewassers, welche man in Genf „les seiches“ nennt und auch schon an anderen Seen, z. B. am Wettersee in Schweden, beobachtet hat, hängt wahrscheinlich von einer Veränderung des Luftdruckes ab, da sie, wie oben schon bemerkt, nament-

§. 24. thümliche, daß ſie von ihrem Mittelpunkte aus blaſenförmig bis zu einer gewiſſen Höhe aufſchwellen. Dieſe Aufſchwellung der Moormaſſe, welche dieſen Mooren eben den Namen „Hochmoore“ verſchafft hat, beträgt z. B.

auf dem Arenenburger Moor in Oſtfriesland	26	Fuß	
am Düvelsmoor bei Bremen (nach de Luc)	37	„	
am Murnerfilz bei Waſſerburg in Bayern	25	„	(bayer.)
am Pflanzerfilz bei Roſenheim (n. Sendtner)	20	„	
am Krantzer Moor bei Königsberg (n. Eiſelen)	16	„	

Die Urſache von dieſer Anſchwellung iſt namentlich in dem eigenthümlichen Wachsthume der Moore zu ſuchen. Wie oben ſchon angedeutet, ſo geht die Moorbildung zunächſt im Gebiete eines Waſſerbeckens vor ſich und verbreitet ſich erſt ſpäter nach Ausfüllung eines ſolchen Beckens ſeitwärts über deſſen Uferränder hinaus. Es wird ſich alſo auch in dem Moortümpfel ſelbſt über den Mooslagen ſchon eine Decke von Torfhaiden und Moorgewächſen gebildet haben, ehe noch die Vermoorung der Ufer von dieſen Moorbecken beginnt. Und hat dieſe letztere nun begonnen, ſo beſteht die zuerſt entſtandene Ufermoormaſſe nur aus einer Waſſermoosdecke, die Tümpfelmoormaſſe aber aus einer Moosmaſſe und einer Haidedecke. Bei der weiteren Entwickelung des Moores entſteht nun zwar auf der Ufermooslage auch eine Haidedecke, aber während dem erhält die Tümpfelhaidedecke ſchon eine zweite Decke von Haidefilz. Bildet nun das Moor landeinwärts wieder eine zweite Zone von Waſſermooſen, ſo wird dieſe im Verlaufe ihrer weiteren Entwickelung zwar auch wieder eine Haidedecke erhalten, zugleich aber wird die erſt entſtandene Landesmoorzone ſchon die zweite und die Tümpfelmoorzone ſogar die dritte Haidedecke bekommen. Bilden ſich dann ſpäter in der eben beſchriebenen Weiſe noch mehrere Uferlandszonen hinter einander, ſo wird jede ſpäter entſtandene um eine Lage niedriger erſcheinen als die nächſt vorhergebildeten. Die Folge davon iſt, daß ein ſolches von Anfang an in die Höhe wachſende und ſpäter ſich ſeitlich erweiternde Moor eine gewölbte Oberfläche erhält, deren Scheitel über der urſprünglich tiefſten und älteſten Stelle des Moores lagert und welche nun nach den Rändern des Moores hin mit einer Curve ganz allmählich abfällt.

Sowie nun aber das Moor eine im Verhältniſſe zur ganzen Mooroberfläche eine zu ſtarke Wölbung erreicht hat, dann fließen vom Scheitel ſeiner Wölbung die in ſeinem Innern angeſtauten Waſſer nach dem Umfange des Moores hin ſtrahlig ſo lange ab, bis die Mooroberfläche trocken gelegt und ſo auf ihr die Bildung einer neuen Moordecke wenigſtens zeitweiſe beendigt iſt. Sie kann indeſſen wieder beginnen. Hat ſich nemlich die auf der Wölbung befindliche Pflanzenmaſſe erſt vollſtändig in Humus und Torf umgewandelt, dann ſinkt ſie ſo in ſich zuſammen, daß ſie eine wagerechte oder wohl gar concave Oberfläche erhält, auf welcher ſich nun von neuem Waſſer anſammeln und die Moorpflanzenbildung hervorrufen kann. Nun beginnt auch das Moor wieder ſich ſo lange zu wölben, bis es das in ihm ſich wieder anſammelnde und fortwährend auf der ſchiefen Oberfläche abwärts drückende Waſſer nicht mehr feſthalten kann.

3) Das Kochen der Moore. — Außer dieſer, durch die ſtärkere Vermehrung der Moorlagen im Centrum eines Hochmoores hervorgebrachten Wölbung bemerkt man auf demſelben noch zwei andere Arten von An-

§. 24. schwellungen, von denen die eine namentlich in heißen Sommermonaten nach lange anhaltender Trockenheit, die andere dagegen in nassen Sommern und Herbsten nach starkem Landregen zum Vorschein kommt. Die erste dieser Anschwellungen einer Moormasse wird durch Gase hervorgebracht, welche sich, wie in einem gährenden Teige in Folge von lange dauernder und starker Hitze im Innern des Moores in großer Menge entwickeln und die über ihrer Entwickelungsstelle lagernden Moormassen unter einem eigenthümlichen Geräusche soweit blasenförmig auftreiben, daß zuletzt die Moordecke platzt und unter Auswurf von schlammigem Wasser den Gasen ein Entweichen gestattet. Die Bewohner der Rhön nennen diese Erscheinung „das Kochen des Moores" und deuten es auf „baldigen starken Nebel."

4) Moorausbrüche. — Die andere Art Anschwellung auf Hochmooren wird hauptsächlich durch die Macht des frisches Torfes, möglichst viel Wasser in sich aufzusaugen, hervorgebracht. Der Torf kann 0,50 bis 0,90 seines Gewichtes Wasser in sich aufnehmen, ohne es tropfenweise wieder fahren zu lassen, und schwillt in Folge davon weit über sein gewöhnliches Volumen auf. Wenn nun der Sommer sehr naß ist, so nimmt er so viel Wasser in sich auf, daß seine Lager, die in Hochmooren ohnedies schon eine starke Wölbung haben, so aufgetrieben werden, daß sie sich weit über die Moorufer erheben. Haben dann solche aufgetriebene Hochmoore eine geneigte Lage, so sackt sich die von übermäßig vielem Wasser aufgetriebene Torfmasse nach dem unteren Rande ihrer schief liegenden Masse hin so stark, daß endlich ihre Wassermenge die sie einengende Torfhülle zersprengt und in wildem, schwarzschlammigem Strome über das umliegende Land herstürzt und alles durchwühlt, zerstört und mit sich fortreißt. — In dem moorreichen Irland sind dergleichen Mooraus-brüche öfters vorgekommen, wie folgendes Beispiel zeigen wird.

Einer der verderblichsten dieser Mooraus-brüche fand im Juni und Juli 1821 bei Tulamore statt: „Er zeigte sich zum ersten Male am 25. Juni; man spürte eine starke Bewegung und auf mehrere Meilen weit schien das Innere der Erde in Aufruhr. Die Erderschütterung war mit einem starken, fernen Donnergetöse begleitet. In der Gegend von Kilnalady that sich das Erdreich auf und warf einen starken Strom einer moorichten Substanz aus, der unter gewaltigem Getöse sich reißend weiter stürzte. Innerhalb einer Viertelstunde waren 300 Acker Landes vom Strome verwüstet. Alles, was ihm im Wege stand, Häuser, Bäume, Wälder wurden fortgerissen. Die Oberfläche des Stromes gewährte den Anblick eines in Gährung befindlichen Bieres, das überlaufen will. In einigen ebenen Gegenden hatte der Strom eine Tiefe von 40 Fuß. Man glaubte anfänglich, er walle nur oben hin, aber es zeigte sich bald, daß er den Boden aufwühle. Auf den Feldern riß er große Massen weg, die er oft 20 Fuß weit schleuderte. Dreitausend Menschen waren beschäftigt, einen 7 Fuß hohen, breiten Damm aufzuwerfen; aber der Strom brach durch. Ueber 5 Meilen Landes wurden durch diesen Ausbruch verwüstet." (Nach Walchner's Handb. d. Geogn. S. 293.).

3. Das Meer.

§. 25. **Größenverhältnisse desselben.** — Die mächtige Wasserhülle, welche alle Landesmassen des Erdkörpers umfluthet und von Pol zu Pol reicht, wird das Meer oder der Ocean genannt. Rechnet man nach H. Wagner die Gesammtoberfläche der Erde zu 9,261,238 geographischen Quadratmeilen (= 509,950,714 Quadrat-Kilometer), so kommen von denselben 2,463,000 Quadratmeilen auf das Land und 6,798,000 auf das Wasser; es verhält sich dem gemäß die Größe des Landes zu der des Meeres wie 1 zu 3. Dabei zeigt sich das letztere nicht gleichmäßig über die Erdoberfläche vertheilt, sondern, während auf der vom Aequator aus nördlich gelegenen Halbkugel die größten Landesmassen liegen, breiten sich auf der südlichen Halbkugel die ausgedehntesten Meeresflächen aus, so daß diese letztere Halbkugel kaum $^1/_3$ soviel Land besitzt wie die erstere, und ihre Wasserfläche sich zu ihrer Landesfläche wie 10 zu 7 verhält.

Während also die Meeresfläche nach Norden hin sich verschmälert und zuletzt gewissermaßen durch Canäle in das nördliche Eismeer eintritt, spitzt sich die Landesmasse der Erdoberfläche auf der südlichen Halbkugel immer mehr zu, so daß der Ocean von dem südlichen Eismeere an nach Norden hin in mancher Beziehung ähnliche Umrisse wahrnehmen läßt, wie die Landesmasse von dem nördlichen Eismeere aus nach dem Süden hin.

Obgleich nun nach allem eben Mitgetheilten die ganze, den Erdkörper umgürtende, Meeresmasse ein einziges, nirgends vom Lande ganz umfluthetes, Ganzes bildet, so wird es doch durch die in seine Masse eingeschobenen und aus ihr hervorragenden Landesmassen in mehrere Glieder oder Theilmeere abgesondert, welche indessen nach dem Nord- und Südpole hin unter sich zusammenhängen und ihrer Zahl nach den fünf Continenten entsprechen. Diese Theilmeere sind:

1) das nördliche oder arktische Meer, welches sich um den Nordpol herum ausbreitet, etwa 200,000 Quadratmeilen enthält und einerseits durch die Nordsee mit dem atlantischen Ocean, andererseits aber durch die Behringsstraße mit dem großen Ocean in Verbindung steht;
2) das südliche oder antarktische Meer, welches sich um den Südpol herum ausbreitet, 350,000 Quadratmeilen einnimmt und mit seiner ganzen Breite in die übrigen Theiloceane übergeht;
3) der atlantische Ocean, welcher sich westlich von Europa-Afrika und östlich von Amerika ausbreitet und 1,635,000 Quadratmeilen einnimmt;
4) der große, pacifische oder stille Ocean, welcher sich ostwärts von Asia-Australia und westwärts von Amerika ausbreitet, 3,300,000 Quadratmeilen umfaßt und durch die Behringsstraße mit dem nördlichen Eismeere in Verbindung steht;
5) der indische Ocean, welcher südlich von Asien zwischen Afrika und Neuholland lagert, 1,313,000 Quadratmeilen einnimmt und nach Süden hin mit seiner ganzen Breite in das südliche Eismeer übergeht.

Wie nun durch die in sein Gebiet eingeschobenen Landesmassen der Gesammt-Ocean gegliedert worden ist, so hat sich auch umgekehrt das Meer da und dort in die Masse der Festländer eingedrängt und sie theils ganz von einander getrennt, theils überfluthet und verschlungen, sei es nun, daß es Strecken Landes so unterwusch, daß sie mit ihrer aller Unterlage beraubten Masse in die Tiefe des Meeres sanken, sei es, daß durch vorausgegangene Erderschütterungen eine Landesmasse so tief einknickte, daß das benachbarte Meer sie überfluthen und mit ihrem Wasser ausfüllen konnte, sei es endlich auch, daß bei der ursprünglichen Erhebung des Landes zwischen seinen emporgedrungenen Massen noch Strecken vom Meere bedeckt blieben. Durch alle diese Verhältnisse wurden die einzelnen Hauptglieder des Oceans nur noch weiter gegliedert und an den Seiten der sie begrenzenden Continente in Meerengen, Meeresstraßen, Canäle, Busen und Binnenmeere zertheilt.

Mittlere Tiefe des Meeres. — Da, wo der Meeresgrund seicht ist, §. 26.
läßt sich wohl mit ziemlicher Sicherheit die Tiefe des Meeres durch Hülfe des Senkbleies oder Bathometers (d. i. Tiefmessers) bestimmen; wo aber die Wassertiefe mehrere Hunderte oder gar Tausende von Metern beträgt, da hört für jetzt noch jede sichere Bestimmung der Meerestiefe auf. Die fast stets in Bewegung befindliche Wassermasse des Meeres, wozu noch die nach den verschiedensten Richtungen hin auftretenden besonderen Strömungen innerhalb dieser Wassermasse kommen und die leichte Zerstörung der Meßapparate, welche sie namentlich durch den Druck der über ihnen befindlichen Meeresmasse erleiden können, erschweren diese Tiefmessungen gar sehr, so daß man nur dann mit Sicherheit annehmen kann, daß die Meßinstrumente wirklich den Grund des Meeres erreicht haben, wenn sie Bestandtheile des letzteren mit sich heraufbringen.

Einzelne Angaben über die Tiefe des Meeres. Im Allgemeinen zeigen die Theile des Meeres am Fuße steil abfallender Gebirgsküsten eine weit größere Tiefe, als an flachen, allmählich abfallenden Küsten. — Ebenso hat man gefunden, daß da, wo zwei, aus entgegengesetzten Richtungen kommende, Meeresströmungen auf einander stoßen und einen Wirbel erzeugen, das Meer in der Regel sehr tief ist. Ferner lehrt die Erfahrung, daß die Oceane gegen Süden hin, wo die Wasserbedeckung der Erde ihre größte Ausdehnung erlangt, an Tiefe zunehmen; jedoch deuten auch Tiefenmessungen darauf hin, daß die mittlere Tiefe des Oceans am Aequator etwa 1,5 Meile beträgt, während sie gegen die Pole hin bis auf etwa 0,2 Meile abnimmt. Endlich weiß man auch, daß Meerestheile, in welche sich zahlreiche Flüsse ergießen, an oder vor den Mündungen dieser letzteren um so flacher erscheinen, je mehr Schlamm diese Flüsse mit sich führen und je stärker der Gegendruck ist, welchen die Meereswoge gegen die in sein Bett einströmenden Flüsse ausübt.

Im Besonderen kennt man bis jetzt durch Messungen und Berechnungen namentlich von einzelnen Stellen folgender Meere die Tiefen genauer:

1) Die größte Tiefe des Mittelmeeres beträgt etwa 4000 Meter und liegt im Norden der Syrten, fast im Mittelpunkte des ganzen Beckens.

§. 26. 2) Von der Nordsee sind folgende Stellen genauer gemessen:

a. In ihrem ganzen südlichen Theile von 51. bis 57. Breitegrade zeigt sie, — mit Ausnahme der Nähe von Newcastle, wo sich der Grund erst in 90 bis 120 Metern Tiefe findet, — nur eine mittlere Tiefe von 30 bis 50 Metern. Ausgedehnte Sand- und Schlammbänke nehmen fast das ganze Becken ein und setzen sich weiterhin gegen Norden bis in die Nähe der Shetlandinseln fort.

b. Dagegen zeigt die Nordsee längs den, aus festem Gesteine bestehenden, Steilküsten Scandinaviens eine Tiefe von 300—500, und mitten im Skagerrak sogar von 810 Metern, während wieder in dem daran grenzenden, an Sand- und Schlammbänken reichen, Kattegat die Tiefe nur 80—100 Meter beträgt und im Sund und großen Belt sogar auf 30,20 und an manchen Stellen sogar bis auf 10 Meter herabsinkt. Die Ostsee selbst besitzt im Allgemeinen nur eine mittlere Tiefe von 40 — 60 Metern und in seiner größten Tiefe zwischen der Insel Gotland und der esthnischen Küste 225 (n. Foß nur 179) Meter.

3) Die mittlere Wassertiefe des atlantischen Oceans zwischen den nordamerikanischen und europäischen Küsten beträgt etwa 3500 Meter. Seine eigentliche Thalfurche zeigt eine verhältnißmäßig sehr einförmige, fast horizontale, Ebene, welche Maury das „Telegraphenplateau" genannt hat. Die bedeutendste Tiefe dieses unterseeischen Plateaus beträgt 4431 Meter, also etwa den 1639sten Theil der Breite des Oceans. Weiter gegen Süden wird jedoch der Meeresgrund immer unebener. — Im Allgemeinen ist indessen der nördliche atlantische Ocean als eine Einsenkung zu betrachten, deren Neigungsflächen gegen eine zwischen den vereinigten Staaten, den Bermutas-Inseln und der Neufundlands-Bank gelegene centrale Mulde abfallen. — Dagegen soll der südliche atlantische Ocean nach Capitain Denham eine Tiefe von 13,900 Metern besitzen.

4) Was die Tiefe des großen Oceans zwischen Japan und Californien betrifft, so giebt sie Professor Franklin Bache zu 4385 Metern an. — Zwischen Japan und den Sandwich-Inseln beträgt sie 4480 bis 5862 Meter, zwischen den Philippinen und Marianen (nach zwei Lothungen) 5975 und 6600 Meter und zwischen dem großen und dem indischen Oceane im Süden der Sunda-Inseln (nach Capitän Ringgold) mehr als 14 Kilometer.

5) Von dem indischen Ocean kennt man die Tiefen nur in der unmittelbaren, reichlich mit Schlamm versehenen, Nähe der Küsten, und auch da nur annähernd. Der persische Meerbusen dürfte im Mittel nur 140 und das Rothe Meer etwa 300 bis 500 Meter messen. — Die sämmtlichen Sunda-Inseln liegen auf einer unterseeischen Bank, welche 60 bis 100 Meter tief unter dem Meeresspiegel liegt.

6) In den antarktischen Meeren hat man zwischen dem 63. und 64. Breitegrade eine Tiefe von 3150 Metern gefunden.

7) Das nördliche Polarmeer endlich zeigt um Spitzbergen und an den Westküsten Scandinaviens nach Weyprecht und Payer in einer Entfernung von 120 Kilometern nordwärts von Spitzbergen 2400 bis 2500 Meter, ferner zwischen Island und Grönland 2830 Meter, aber zwischen Schottland und Island selten mehr als 600 Meter und an keiner Stelle mehr als 1225 Meter. Dagegen giebt es in der Baffingsstraße Abgründe von 3675 Metern.

Im Allgemeinen ist wohl anzunehmen, daß die mittlere Tiefe des, die Erde umspannenden, Oceans wenigstens 5 Kilometer beträgt, indem schon das Becken des atlantischen Oceans und des nördlichen großen Oceans Tiefen zeigen, welche mehrere Hunderte oder gar Tausende von Metern mehr als die eben angegebene Tiefe betragen.

„Nimmt man die gesammte Oberfläche der Oceane zu 386 Millionen Quadratkilometern, so findet man, daß das Meer einen Raum von wenigstens 1930 Milliarden Kubikkilometern, d. h. den 560. Theil des Erdkörpers selbst, einnimmt." Ja, es darf als gewiß angesehen werden, daß die gesammte, über den Wasserspiegel erhobene, Festlandmasse bedeutend weniger hoch, als das Meer tief ist, und daß das trockene Land etwa den vierzigsten Theil der Wassermasse der Erde beträgt. — Wenn daher alle Unebenheiten der Festländer bis zum Wasserspiegel abgetragen und in das Weltmeer geworfen würden, so würde dieses letztere kaum merklichen Verlust an Tiefe erleiden. Das nordatlantische Becken, dessen Flächeninhalt nahezu den vierten Theil der Oberfläche von sämmtlichen Continenten beträgt, vermöchte allein in seiner Mulde das Dreifache der ganzen über das Meeresniveau aufragenden Ländermasse der Erde aufzunehmen, oder diese ganze Masse in jenes Becken gestürzt, würde dessen mittlere Tiefe nur von 2075 auf 1409 Faden verkürzen.

Bemerkung. Man vergleiche hierzu: „Die Erde und die Erscheinungen ihrer Oberfläche von Dr. Otto Ule, ein vortreffliches, nach E. Reclus bearbeitetes, Werk; und: „Allgemeine Erdkunde", bearbeitet von Hann, v. Hochstetter und Pokorny.

Formungsverhältnisse des Meeresgrundes. — Wenn auch die Messungen bis jetzt noch nicht mit voller Gewißheit die Tiefen des Meeres haben überall erforschen können, so haben sie doch gelehrt, daß einerseits die Gebirgsketten und Felsenriffe der Festländer sich nirgends auf dem Grunde des Oceans fortsetzen und dem gemäß auch die über die Meeresoberfläche hervorragenden Inseln nicht die Gipfel und Kämme dieser vermeintlichen unterseeischen Gebirgsfortsetzungen sind, und daß andererseits der Meeresboden sich in weiten, sanft wellenförmigen oder schwach muldenförmigen, Flächen ausbreitet, auf denen sich nur ganz allmählich ansteigende, niedere, aber oft weit ausgedehnte Plateaus erheben, welche nach allen Seiten hin in, zwischen ihnen liegende, breite, flach muldenförmige, Thalebenen sanft abfließen. Nur in der Nähe von Festlandsküsten, zumal an steil abfallenden, felsigen Küsten, welche zum Theil unter das Meeresniveau gesunken sind, läßt der Grund des Oceans noch ähnliche Fels-, Berg- und Thalformen erkennen, wie sie das anliegende Küstenland wahrnehmen läßt. Und ebenso erheben sich da, wo unterseeische Vulcane ihre Steinschmelze oder Aschenauswürfe aufgeschüttet haben, oder da, wo an den Gehängen unterseeischer Vulcanenkegel oder unterseeischer Sandplateaus die Korallen bildenden Polypen ihre vielzackigen Riffe aufgebaut haben, steil aus den Tiefen des Oceans ansteigende Inseln. — Der Grund von dieser Gleichförmigkeit auf dem Boden des Meeres liegt lediglich darin, §. 27.

daß das Wasser alle die Trümmer- und Schlammmassen, welche entweder die Meereswoge selbst von den angrenzenden Landesmassen raubt oder die in sein Bett sich ergießenden Gewässer zuführen, nach den Gesetzen des Gleichgewichtes horizontal ablagert oder in die tieferen Stellen der Meeresmulde so lange einschlämmt, bis diese mit ihrer höheren Umgebung in gleicher Höhe lagern. Von dieser Gesetzmäßigkeit kann nur da eine Ausnahme stattfinden, wo wirbelnde Meeresströmungen diese gleichmäßige Ausbreitung der im Meere vorhandenen Schuttmassen hindern und auf einem Punkte hinschieben. — Es ist demnach im Allgemeinen der Meeresgrund wellig eben zu nennen und so abgerundet oder so ausgebreitet, daß er mit dem Meeresniveau parallel liegt.

§. 28. **Farbe und Durchsichtigkeit des Meerwassers.** — Das Meerwasser ist eine merkwürdige Flüssigkeit sowohl seinen physischen wie chemischen Eigenschaften nach. Obwohl es in kleinen Quantitäten — z. B. in einem Glase — ganz farblos erscheint, zeigt es im großen Ganzen doch eine schön blaue oder blaugrüne Farbe, welche nach der Tiefe zu intensiver wird, aber diese Färbung wechselt, je nachdem der Himmel heiter und sonnig oder theilweise oder auch ganz mit Wolken bedeckt und in Folge davon grau erscheint; denn im ersten Falle prangt der glatte Meeresspiegel im schönsten Blaugrün, sowie sich aber der Himmel mit Nebel- und Wolkenstreifen zu bedecken beginnt und das Meerwasser unruhig wird, dann geht seine schöne Farbe in ein dunkles, unreines Grün über und läßt nur noch an der Oberfläche seiner Wellenberge ein fast regenbogenfarbiges Spiel bemerken. Und überzieht sich nun der Himmel ganz mit einfarbig grauer Wolkendecke, dann wird auch der unruhige Meeresspiegel immer dunklergrau, bis er zuletzt fast tintenähnlich aussieht. Offenbar rührt dieses ganze Farbenspiel des Meeresspiegels von einer Reflexion des Sonnenlichtes her, zumal man beobachtet hat, daß sich dasselbe je nach der Tiefe des Meeres, der Beschaffenheit seines Grundes, der Jahreszeit und der Art seiner Beimischungen abändert. Aber man hat auch beobachtet, daß das Meer, abgesehen von den eben angegebenen Ursachen, bestimmte, nur ihm zustehende, Farben zeigt, welche bisweilen sogar in scharf abgeschnittenen Lagen und Streifen wechseln und nicht etwa von mikroskopischen Thierschaaren, sondern lediglich von der Menge und Art der in seinem Wasser gelösten Salze abhängen. Unter diesen, dem Meerwasser eigenthümlichen Farben tritt namentlich das Blau und das Blaugrün („Meergrün") hervor.

Abgesehen von dieser, ihm von Natur eigenen Farbe zeigt sich nun auch das Meerwasser da und dort verschieden gefärbt durch zahllose mikroskopisch kleine Pflanzen und Thiere, welche theils den Grund des Meeres bedecken theils in seinem Wasser umherschwimmen. So hat das rothe Meer von kleinen rothen Algen und Korallen, das Purpurmeer zwischen Californien und dem amerikanischen Festlande von purpurrothen Crustaceen u. s. w. seinen Namen erhalten.

Wie die Farbe, so ist auch die Durchsichtigkeit des Meerwassers bemerkenswerth. Dieselbe ist im Allgemeinen weit größer als bei den Binnengewässern des Festlandes, aber nicht überall gleich stark, sondern stärker

1) auf der hohen See, weit von den Küsten entfernt,
2) im Winter,
3) in der kalten Zone.

Offenbar hängt dieselbe von der geringeren und größeren Menge der im Meereswasser vorhandenen Schlammtheile ab: Je größer diese, desto geringer die Durchsichtigkeit. Da nun in der Nähe der Küsten, während des Sommers und in der heißen Zone das Meerwasser die meisten Verwesungsstoffe von thierischen wie von pflanzlichen Resten enthält, wie ja schon der widerwärtige, faulige Geruch des Meeres verräth, so muß es natürlich dann auch trüber erscheinen, als an den Orten und in den Jahreszeiten, wo es mehr oder weniger von diesen Beimengungen frei ist.

Beimengungen des Meerwassers. — Das Wasser des Oceans ist §. 29. von den *süßen* Festlandsgewässern scharf unterschieden durch seine nie fehlenden *Beimischungen von Salzen verschiedener Art*, namentlich aber von Chlornatrium (Kochsalz), Chlormagnesium, Chlorkalium, schwefelsaurer Magnesia (Bittersalz) und schwefelsaurer Kalkerde (Gyps). Wie man aus der beifolgenden (aus *Senft*: „Die krystallinischen Felsgemengtheile" S. 245 entlehnten —) Uebersicht ersieht, so beträgt in 100 Theilen Meerwassers

der Gehalt an	Chlornatrium:	75—85
„ „ „	Chlormagnesium:	8—14
„ „ „	Chlorkalium:	1— 4
„ „ „	schwefels. Magnesia:	5— 9 (im Mittelmeer 17)
„ „ „	schwefelsaurem Kalk:	0,5— 5,

wozu dann in einzelnen Theilen des Oceans noch kleine Mengen von Bromnatrium, Kalibicarbonat und Magnesiabicarbonat kommen. — Im Allgemeinen beträgt der Gehalt an gelösten Salzen im Meerwasser durchschnittlich 3 Procent; nur in der Ostsee und dem Asowschen Meer finden sich 1—1,5 Procent, weil diese Meeresbecken sehr viel süßes Wasser durch die in sie einmündenden Gewässer der Festländer zugeführt bekommen. — Im Besonderen aber ist, wie man auch schon aus der beifolgenden Uebersicht ersieht, der Salzgehalt der einzelnen Meere verschieden der Quantität und Qualität nach, ja er zeigt sich sogar in einem und demselben Meere je nach der Jahreszeit und der Tiefe, aus welcher man das Wasser zur Untersuchung schöpft, verschieden.

Salzgehalt des Meerwassers.

Art der Bestandtheile.	Von Küsten.		Von Binnenmeeren.					Von offenen Meeren.				
	V. Helgoland (nach Wacks). Salzgehalt: 3,05.	V. Norderney (nach Soltmann). Salzgehalt: 3,19.	Ostsee (nach Pfaff). Salzbetrag: 1,77.	Asow'sches Meer (nach Göbel). Salzbetrag: 1,19	Schwarzes Meer (nach Göbel). Salzgehalt: 1,77.	Adriameer [Lagun. v. Venedig.] (nach Calamai). Salzgehalt: 2,91.	Mittelmeer [bei Marseille] (nach Vogel). Salzgehalt: 3,69.	Nordsee (nach Marcet). Salzgehalt: 3,76.	Atlantisch. Meer [20° 51′ N. B. 40° 44′ W. L.] (nach Bibra). Salzgehalt: 3,47.	Stilles Meer aus 420 F. Tiefe [bei 25° 11′ S. B. und 93° 24′ W. L.] (n. Bibra). Salzgehalt: 3,62.	Stilles Meer aus 11 F. Tiefe Salzgehalt: 3,47.	Bei Cap Horn [56° 0′ 32″ S. B. 68° 0′ 47″ W. L.] (nach Bibra). Salzgehalt: 3,48.
Chlornatrium	77,41	77,94	84,70	81,30	79,39	76,73	68,02	80,90	76,05	73,47	74,58	75,75
Chlormagnesium	9,10	7,69	9,73	7,47	7,38	8,90	14,23	8,56	9,00	11,64	10,36	8,84
Chlorkalium	3,31	4,24	—	1,08	1,07	2,86	—	—	4,00	3,45	3,34	3,26
Brommatrium	—	—	—	—	—	—	—	—	1,15	0,87	1,15	1,21
Brommagnesium	—	—	—	0,03	0,03	—	—	—	—	—	—	—
Schwefelsaurer Kalk	3,65	3,77	0,13	2,42	0,60	2,67	0,41	4,01	4,60	4,60	4,67	5,18
Schwefelsaure Magnesia	6,53	6,46	4,96	6,43	8,32	9,44	16,93	6,53	5,20	5,97	5,90	5,76
Kalibicarbonat	—	—	0,40	0,18	2,03	—	0,41	—	—	—	—	—
Magnesiabicarbonat	—	—	0,08	1,09	1,18	—		—	—	—	—	—
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Literatur: Wacks: im Journal für praktische Chemie, Bd. XXXIV S. 185. — Bibra: Journal der Chemie und Pharmac., Bd. LXXVII S. 90. — Marcet: in Berzel., Lehrbuch der Chemie I, S. 405. — Göbel: (Reise in die Steppen Südrußlands). — Pfaff: Schweigger's Journal, Bd. XXII S. 271. — Vogel: Schweigger's Journ., Bd. VIII S. 344. — Calamai: Gazetta Toscana delle scienze medico, Fisiche 1847 S. 113.

In dieser Beziehung hat man überhaupt folgende Erfahrungen gemacht: §. 29.

1) Der Salzgehalt des Meeres nimmt zu:
   a. wie die Entfernung vom Strande, so daß er an der Mündung wasserreicher Ströme am geringsten ist, wenn diese nicht selbst viel Salz in sich gelöst enthalten, wie dieses z. B. bei vielen der kirgisischen Steppenflüsse der Fall ist;
   b. je mehr man sich von den Polen aus dem Aequator nähert, weil einerseits in den Aequatorialmeeren durch die starke Verdampfung des Wassers die Salzlösung im Meere concentrirter und andererseits in den Polarmeeren durch Erstarrung des Wassers zu Eis eine große Menge Salz abgeschieden wird.
   c. von der Oberfläche nach der Tiefe zu, weil die salzreicheren Wasserschichten specifisch schwerer sind als die salzärmeren;
   d. je länger, heißer und trockener der Sommer ist, weil dann einerseits das Wasser des Meeres stärker verdampft und andererseits die Flüsse den Verlust an verdampftem Wasser nicht wieder ersetzen können.

2) Unter den im Meerwasser gewöhnlich vorkommenden Salzen nimmt zwar im Allgemeinen das Kochsalz die erste Stelle ein, allein in den flachen, tief ins Land einschneidenden Meeresbusen des Aequatorialmeeres nimmt in der heißen Jahreszeit der Gehalt an Chlormagnesium und Bittersalz sehr zu, während sich der Gehalt an Kochsalz scheinbar stark vermindert. Die Ursache dieser Erscheinung ist in der leichten Löslichkeit der genannten beiden Magnesiasalze zu suchen, welche auch dann noch im Meerwasser gelöst bleiben, wenn in Folge von starker Verdunstung sich Kochsalztheile ausgeschieden und in tiefere Regionen des Meeres gesenkt haben.

Außer seinem Salzgehalte enthält nun das Meereswasser auch noch mehr oder minder viel Schlammbeimengungen sowohl von erdigen Substanzen, wie von faulenden Organismenresten. Indessen bleiben auch diese rein mechanischen Beimengungen sich selbst in einem und demselben Meere nicht gleich an Menge und Art:

1) An erdigen und feinsandigen Mineralresten (eigentlichen Schlammtheilen) erscheint das Meer namentlich an flachen, allmählich abfallenden Küsten, welche aus Stein- und Erdschutt, aus mürben, thonigen und mergeligen Sandsteinen oder aus Mergeln und Schieferthonen bestehen, aber auch da sehr reich, wo Schlamm führende Ströme in sein Becken einmünden.

2) An fein zertheilten Fäulnißsubstanzen aber ist das Meerwasser am reichsten in der warmen Jahreszeit, weil in Folge der höheren Temperatur die zahllosen, in jedem Augenblicke absterbenden Bewohner des Meeres schneller verwesen als in der kalten Jahreszeit, woher es auch kommt, daß namentlich zur Sommerzeit das Meer einen so häßlichen, der Gesundheit nachtheiligen Geruch verbreitet.

§. 30. **Das specifische Gewicht des Meerwassers.** — Von der Menge der im Meerwasser aufgelösten Mineralsubstanzen hängt das specifische Gewicht desselben ab. Durchschnittlich beträgt dasselbe 1,072.

In den einzelnen Theilen des Oceans weicht indessen dieses Gewicht, eben nach der Größe ihres Salzgehaltes, von der eben angegebenen Summe mehr oder weniger ab. So fand Marcet: im nördlichen Eismeer zwischen 66° 50′ und 80° 29′ nördl. Breite und 11° östl. bis 80° 30′ westl. Länge von Greenwich im Mittel 1,02876 sp. G.;

im Ocean der nördlichen gemäßigten Zone zwischen 63° 49′ und 25° 30′ nördlicher Breite und 55° 38′ bis 15° westl. Länge von Greenwich im Mittel 1,02700 sp. G.;

in den Aequatorial-Meeren zwischen 0° und 10° 50′ nördl. Breite und 92° östl. Länge bis 25° 30′ westl. Länge von Greenwich im Mittel 1,02726 sp. G.;

im südlichen Ocean zwischen 8° 30′ und 35° 10′ südl. Breite und 35° westl. bis 73° östl. Länge von Greenwich im Mittel 1,03002.

Dagegen zeigt das Wasser des Mittelmeeres: 1,0315; das des schwarzen Meeres 1,0154 und das der Ostsee 1,0168 sp. G.

Das schwerste Meerwasser soll nach Maury am Cap Horn vorhanden sein.

Im Allgemeinen nimmt demnach das spec. Gew. des Meerwassers von dem Aequator nach den Polen hin ab oder mit anderen Worten: In den Aequatorialmeeren ist die Verdunstung des Meerwassers am stärksten, in den Polarmeeren am schwächsten; darum ist das erstere mit Salz gesättigter als das letztere, und folglich auch dichter und specifisch schwerer.

An den Mündungen großer Ströme lagert das specifisch leichtere Flußwasser stets über dem specifisch schwereren Meerwasser.

Da nach dem eben Mitgetheilten das spec. Gewicht des Meerwassers in allen offenen Meeren ziemlich ein und dasselbe ist, so folgt daraus, daß die Höhe des Meeresspiegels in allen zusammenhängenden Meeresbecken sich im Allgemeinen gleich sein muß.

§. 31. **Die Temperatur-Verhältnisse des Oceans.** — Wie das höhere oder niedere specifische Gewicht von der Größe des Salzgehaltes im Meerwasser abhängig ist, so sind im Allgemeinen auch die Temperatur-Verhältnisse des Oceans von diesem Gehalte, wenigstens zum Theile, abhängig. — Durch die salzigen Beimischungen nemlich wird einerseits der Siedepunkt des Meerwassers erhöht, aber andererseits auch der Gefrierpunkt desselben herabgedrückt. Dem gemäß hat das Meerwasser, welches einen Salzgehalt von 2,7 Procent besitzt, seinen Eispunkt bei 2,5° Celsius (= 2° Reaum.) unter 0°, und sein Dichtigkeitsmaximum, welches stets noch vor dem Gefrierpunkte eintritt, liegt bei — 2° Celsius oder — 1,7° Reaum., also nicht mehr über, sondern unter dem Nullgrade. Die Folge davon ist, daß das Gefrieren der Meeresoberfläche möglichst verhindert wird. Denn kühlt sich bei niederer Lufttemperatur die Oberflächenschichte des Meerwassers ab, so sinkt sie unter. Aber dieser Austausch hört nicht auf, wenn die Gesammtmasse von der Oberfläche bis zur Tiefe auf 4° abgekühlt ist, sondern setzt sich noch durch sechs Grade Celsius fort. Erst dann, wenn die Temperatur der ganzen Wassermenge an einer Stelle des Meeres zu — 2° Celsius erniedrigt worden ist, kann sich die Oberflächenschichte des Meeres dem Gefrierpunkte nähern. Bei dem eigenthümlichen Verhalten

des Meerwassers zur Temperaturverminderung indessen kann an den meisten §. 31.
Stellen des Oceans, dessen mittlere Tiefe 15000 Fuß übersteigt, selbst beim strengsten Polarfroste keine Eisbildung an der Oberfläche eintreten.

Im Uebrigen werden die Temperaturverhältnisse des Oceans von seiner Oberfläche an nach der Tiefe hin nicht sowohl durch Leitung, — da alles Wasser ein schlechter Wärmeleiter ist, — sondern vielmehr dadurch herbeigeführt, daß die an der Meeresoberfläche abgekühlten Wasserschichten niedersinken und wärmere von unten auf an die Oberfläche treten. Da nun die Erwärmung des Meerwassers an der Oberfläche durch die Sonnenstrahlen herbeigeführt wird, so muß in der Tiefe überall da eine niedrigere Temperatur herrschen, wo die Oberflächentemperatur bis zu dem Wärmegrade des Dichtigkeitsmaximums herabsinkt; ebenso wie umgekehrt in Gegenden, wo die Oberflächentemperatur unter den Wärmegrad des Dichtigkeitsmaximums sinkt, die Temperatur nach der Tiefe hin zunehmen muß.

Dem gemäß fand Scoresby im grönlandischen Meere in Tiefen von 2800 Fuß eine Wärme von 2—3 °, während an der Oberfläche 0 ° herrschte. Und Kane fand unter 78 ° 50 ′ nördl. Breite an der Oberfläche des Meeres — 27,5 ° R., aber in 8 Fuß Tiefe nur — 2,67 ° R. — Ueberhaupt nimmt man nach Klöden an, daß das Meerwasser in einer Tiefe von 50 Fuß nur um 0,4 ° R., bei 150 Fuß Tiefe nur um 6 ° R. kälter ist, als an der stark erwärmten Oberfläche.

Es sind im Vorstehenden die Temperaturverhältnisse des Oceans nur in ihrer Abhängigkeit von der erwärmenden Kraft der Sonne und Luft dargestellt worden, aber weit mehr noch sind diese Verhältnisse abhängig von den Strömungen des Meerwassers. — Es ist allbekannt, — und wird später bei der Besprechung der Meeresbewegungen noch weiter erörtert werden, — daß unaufhörlich ein kalter Wasserstrom in der Tiefe des Oceans von den Polen nach dem Aequator und dann umgekehrt über diesen hin ein warmer Wasserstrom von dem Aequator aus nach den beiden Polen fließt. Durch diese beiden Wasserströmungen nun wird einerseits die kalte Temperatur des Polaroceans erhöht und andererseits die hohe Temperatur des Aequatorialmeeres erniedrigt, — ein Umstand, durch welchen nicht nur der Polarocean bewohnbar gemacht wird für das Reich der Thiere, sondern auch der ziemlich gleiche Salzgehalt des offenen Oceans in allen offenen Meerestheilen herbeigeführt wird.

Schließlich muß hier noch darauf aufmerksam gemacht werden,

1) daß die wärmste Wasserschichte des Oceans, namentlich in den tropischen Gegenden, sich nicht unmittelbar an der Oberfläche, sondern etwas unter derselben befindet, da durch den, an der Oberfläche stattfindenden Verdunstungsproceß viel Wärme gebunden wird;
2) daß sich nach den Beobachtungen von Kotzebue, Beechey, James C. Rosh und Maury im Meere eine Wasserschichte von stets gleicher Temperatur befindet, welche unter dem Aequator in 1200 Faden Tiefe liegt, aber bei 56 ° nördl. und südl. Breite die Oberfläche erreicht. Zwischen dem Aequator und dem 56 ° Breite ist das Meerwasser über dieser Schichte wärmer als unter derselben, aber zwischen dem 56 ° Breite und den Polen ist das Meerwasser über dieser Schichte kälter als unter derselben;

3. daß endlich über Sandbänken und Untiefen das Meerwasser namentlich in der Zone der Tropen eine so niedere Temperatur zeigt, daß sich die Luft über denselben abkühlt und in Folge davon Nebel- und Wolkenbildung eintritt, durch deren Erscheinung die Seefahrer schon von Weitem diese Untiefen erkennen können, — und daß schon das Thermometer in der Nähe dieser letzteren merklich sinkt und dadurch ihr Vorhandensein verräth, auch wenn keine Nebelbildungen dieselben anzeigen.

§. 32. **Die Bewegungen des Meerwassers im Allgemeinen.** — Die offen ausgebreitete Wassermasse des Oceans befindet sich wohl nie und nirgends ganz vollständig im Zustande des Gleichgewichts d. h. der Ruhe, weil ununterbrochen Ursachen von Außen her störend auf die augenblicklich zur Ruhe gekommene Meeresmasse einwirken und eine Verschiebung ihrer so leicht beweglichen, kugeligen Theile hervorrufen. Schon durch die tägliche Umdrehung der Erde um ihre Axe wird die Gesammtmasse des Oceans in eine, von Osten nach Westen schwingende, Bewegung versetzt. Wäre nun die ganze Oberfläche des Erdkörpers gleichmäßig mit Wasser bedeckt, so würde diese Bewegung eine ganz einfache und regelmäßige sein. Aber nun ragen die Festlandmassen aus dem Meeresspiegel hervor und hemmen diese täglich nach Westen ziehende Bewegung des Oceans an ihrem regelrechten Verlaufe. Die Folge davon ist, daß die, an die Continente und Inseln der Erde anprallende Meeresmasse zurückgeworfen oder an den Gestaden der von ihr berührten Landesmassen zerspalten und in mannichfache einzelne Ströme zertheilt wird, welche nun theils den Küsten der Continente entlang fließen, theils sich gabelnd die Inselländer umfließen und sich dann auch wohl wieder zu einem einzigen Meeresstrome vereinigen. Diese schon durch den Umschwung des Erdkörpers und seine Ländermassen herbeigeführte und darum unaufhörlich und gesetzmäßig wiederkehrende Bewegung der Wassermasse des Oceans wird noch vermehrt und geregelt einerseits durch den *Verdampfungsproceß* des Meereswassers, welcher durch den Einfluß der Sonne und der Luftströmungen erzeugt wird, und andererseits durch die eigenthümliche *Einwirkung des Mondes* während seines monatlichen Umlaufes um die Erde. Endlich rufen auch die nimmer ruhenden Strömungen des Luftmeeres im Verbande mit dem Verdunstungsprocesse die unaufhörlich an der Oberfläche des Oceans wiederkehrenden, bald sanft gekräuselten, bald sich in steilen Anschwellungen überstürzenden Wellenbewegungen hervor. Alle diese immer und immer, und zwar mit bestimmter Gesetzmäßigkeit, wiederkehrenden Bewegungen erstrecken sich über die ganze, unermeßliche Masse des Oceans und wirken nicht nur auf dessen Oberfläche und in den oberen Lagen seines Wassers, sondern dringen zum Theil auch bis in die größten Tiefen desselben ein. Außer diesen *universalen* Bewegungen des Oceans zeigt aber das Wasser desselben auch noch *partielle* oder *locale* Bewegungen, von denen die einen *durch die Fließwasser der Festländer* an ihren Einmundungen in die Meeresbecken erzeugt werden und insofern auch noch fortdauernde und regelmäßige sind, als diese Fließwasser unaufhörlich ihre Wassermengen in das Bett des Oceans schütten,

— während die anderen durch Erderschütterungen mancher Art, durch unterseeische Vulcanenausbrüche oder auch durch heftige Störungen in den Strömungen der Luft, also durch Windstürme hervorgerufen werden und in der Regel plötzlich, an einzelnen Punkten der Oceane, zum Vorschein kommen.

Unter allen diesen eben angedeuteten Bewegungen des Oceans sind für die Veränderungen der Erdoberfläche von ganz besonderer Wichtigkeit die universellen oder allgemein auftretenden und immer wiederkehrenden. Sie bedürfen daher einer näheren Betrachtung. Je nach der Art sich zu bewegen und je nach den Potenzen, welche die oceanischen Bewegungen vorherrschend hervorrufen, lassen sich diese letzteren eintheilen:

a. in schwingende oder oscillirende Bewegungen, zu denen
   1) die Wellenbewegungen, welche vorzüglich durch die Luftströmungen erzeugt werden und darum auch an den oberen, mit der Atmosphäre unmittelbar in Berührung stehenden Massen des Oceans am meisten hervortreten; und
   2) die Fluth- und Ebbebewegungen gehören, welche vorherrschend durch den Einfluß des Mondes hervorgerufen werden und die Masse des Oceans von ihrer Oberfläche an bis zu ihrem Grunde hin umfassen;

b. in fließende oder zirkulirende Bewegungen oder:
   3) in Strömungen, welche theils durch die Lufttemperatur und den Verdunstungsproceß theils durch die Umdrehung des Erdkörpers um seine Axe erzeugt werden und zum Theil in den oberen, zum Theil in den unteren Regionen des Oceans ihr Strömungsbett haben.

Von den Wellenbewegungen des Oceans. — Die Wassermasse des Oceans zeigt zwar in rings vom Land umschlossenen und nur durch einen schmalen Canal mit dem offenen Meere in Verbindung stehenden, Meerbusen und Binnenseen, zumal dann, wenn sie von hohen Gebirgsküsten gegen den Luftzug geschützt liegen, — nicht selten eine scheinbar ganz ruhige, spiegelglatte Oberfläche, so lange sie nicht von den Strahlen der Sonne längere Zeit beschienen wird. Ist dieses letztere aber der Fall, dann hört auch schon der Ruhestand ihrer Oberfläche auf; denn dann beginnt schon das Wasser an dieser letzteren zu verdunsten. Indem nun in Folge davon Wassertheile verschwinden, wird einerseits die Salzlösung an der Oberfläche condensirter und schwerer, so daß sie sich nach den tieferen Regionen des Meeres senkt, und andererseits an die Stelle der verdunsteten Wassertheile von unten nach oben kälteres Wasser tritt, um das Gleichgewicht an der Meeresoberfläche wieder herzustellen. Durch diese sich stets erneuernde Bewegung der salzreicher gewordenen Wasserlagen an der Meeresoberfläche von oben nach unten und der wasserreicheren Lagen des tieferen Meereswassers von unten nach oben, wird auch schon an der ruhigsten Meeresfläche eine sanfte Erschütterung hervorgebracht, in Folge deren diese Fläche nicht wie eine glatte, sondern wie eine fein netzförmig gerieffte Glasfläche aussieht. — Mit der offen und frei ausgebreiteten, allen Luftströmungen zugänglichen, Oberfläche des Oceans ist alles dieses anders. §. 33.

§. 33. Jeder Luftströmung ausgesetzt, durch die Sonnenstrahlen fortwährender Erwärmung und Verdunstung preisgegeben, durch die Umdrehung der Erde in seiner Ruhe gestört, durch die in sein Bett unaufhörlich eindringenden Wassermassen der Festlandsströme immer und immer aus dem Gleichgewicht gebracht, ja auch durch die Myriaden von Thieren, welche ohne Aufhören sein Wasser durcheilen, beunruhigt, kann seine Wassermasse nie zu vollständiger Ruhe gelangen. Und wenn auch durch gar manche der genannten Ursachen deren Störung nur eine ganz locale ist, so pflanzt sich doch die Erschütterung selbst eines kleinen Massetheiles auf die übrigen, ihn umgebenden, Massetheile mehr oder minder weit fort, da ja alle diese Theile des Wassers aus leicht beweglichen und verschiebbaren Wasserkugeln bestehen. — Wer weiß es nicht, daß selbst ein kleiner, ins Wasser geworfener, Stein zahlreiche und weit sich ausbreitende Wellenkreise erzeugen kann? —

Unter allen, im Meere zum Vorscheine kommenden, Bewegungen sind die der Wellen am leichtesten bemerkbar und darum auch am bekanntesten. Von ihnen soll daher zuerst gesprochen werden.

Wenn man ein Seil, welches mit dem einen Ende an irgend einem Gegenstande befestigt ist, an seinem anderen, freien Ende mit der Hand faßt, ausspannt und dann durch einen aufwärts gerichteten Ruck in eine schwingende Bewegung setzt, so wird man bemerken zunächst, daß die von der Hand dem Seile gegebene Schwingung sich durch die ganze Länge des Seiles bis zu dessen befestigten Ende fortpflanzt und nun von diesem letzteren an wieder bis zur Hand zurückkehrt; — sodann, daß die Bewegungen des Seiles abwechselnd auf- und abwärtsschwingend eine sich sanft schlängelnde Linie darstellen, in welcher nach jeder aufwärts, also convex, schwingenden Bewegung eine abwärts oder concav schwingende folgt; — endlich aber auch, daß das ganze Seil durch alle diese Bewegungen nicht von seinem Platze weggerückt worden, ja daß nicht einmal seine sich bewegenden Theile aus den Räumen, welche sie in der Länge des Seiles einnehmen, weiter geschoben worden sind; — kurz, man wird bemerken, daß bei dieser Art der Bewegung der einzelne Theil sich nicht von seinem, einmal eingenommenen, Platze entfernt, sondern nur eine kreisförmig auf- und abwärts schwingende Bewegung macht und dann den zunächst vor ihm liegenden Theil drängt, eine eben solche auf- und abwärts gehende Bewegung zu machen und sie dann weiter auf seinen folgenden Nachbartheil überzutragen.

Wie schon angedeutet worden ist, so kann durch jede Ursache, welche das Gleichgewicht einer Wassermasse stört, eine Wellenbildung derselben hervorgerufen werden. Am häufigsten und großartigsten unter allen diesen Ursachen treten jedoch der Verdunstungsproceß und die Luftströmungen hervor. — Wenn an irgend einem Punkte der Meeresoberfläche die Erwärmung der letzteren durch die Sonnenstrahlen stärker ist als an einem anderen Punkte, so wird an jenem ersteren auch die Verdunstung des Meereswassers stärker vor sich gehen, also die Wassermenge vermindert und hierdurch das Gleichgewicht an diesem Punkte so gestört werden, daß von den kälteren Punkten der Meeresfläche aus Wasser nach

jenen wärmeren Punkten unter Bildung von Wellen hinfluthet. Indeſſen §. 33.
iſt dieſe, durch den Verdunſtungsproceß Jahr aus Jahr ein und alltäglich hervorgehende, Art von Wellenbildung eine ſanfte und weniger ins Auge fallende. Und ebenſo iſt es mit denjenigen Wellenbildungen, welche durch die ſenkrecht auf- und abwärtsſteigenden Waſſerſchichten von verſchiedener Temperatur erzeugt werden. Wenn dagegen durch Luftſtrömungen, welche unter einem ſchiefen Winkel auf eine Waſſerfläche ſtoßen oder drücken, das Gleichgewicht der Waſſertheile geſtört wird, dann tritt die Wellenbildung in um ſo großartigerem Maßſtabe hervor, je ſtärker und nachhaltiger die Luftſtrömungen auftreten, je offener der Meeresſpiegel ausgebreitet und je tiefer das Meer iſt.

In der Regel werden indeſſen die Größenverhältniſſe der Wellen durch die Phantaſie oder die Aengſtlichkeit der Beobachter ſehr überſchätzt. — Nach Admiral Smyth haben die Wellen im Mittelmeere bei Sturm durchſchnittlich eine Höhe von 4—5 Meter (alſo etwa 13—16 Fuß); im atlantiſchen Meere nach Skoresby durchſchnittlich eine Höhe von 4—5,8 Meter, aber bei ſehr hohem Wellenſtande 9,14 Meter, alſo faſt 29 Fuß, ja einzelne Wellen ſogar 13,1 Meter (alſo faſt 42 Fuß). Dagegen ſteigen die Wellen im ſüdlichen atlantiſchen Oceane da, wo er mit dem indiſchen Oceane am Cap der guten Hoffnung zuſammenſtößt, 15—18 Meter (alſo 48–57 Fuß), und an dem, wegen ſeines Wellenſchlages ſo berüchtigten, Cap Horn bis 7 Meter (alſo 22 Fuß) Höhe. — Im Allgemeinen beträgt die Höhe der Wellen im Ocean ſelten mehr als 6 Fuß bei gewöhnlichem Winde; ihre Länge dagegen oder ihr Durchmeſſer von Thal zu Thal gemeſſen beträgt auf offener See etwa das Zehn- bis Dreizehnfache von der Höhe.

Wie tief die Wellenbewegung in ſenkrechter Richtung unter das Meeresniveau reicht, iſt für alle Fälle ſehr ſchwer zu ermitteln, jedoch hat man beobachtet, daß von Klippen, welche 100 und mehr Fuß tief unter dem Meeresniveau vorhanden ſind, die Meereswellen noch gebrochen werden, und daß bei heftigen Stürmen die Meereswellen noch aus Tiefen von 300 bis 650 Fuß Erde, Sand und Gerölle aufwühlten. Nach Elie de Beaumont ſollen die Schwingungen des Waſſers noch über 620 Fuß unter dem Meeresſpiegel bemerkbar ſein.

Erklärung: Die ſchwingende Bewegung, welche auf dieſe Weiſe entſteht, läßt ſich am beſten durch eine Horizontallinie darſtellen, in welcher jeder der in ihr hinter einander liegenden Theile 1. 2. 3. 4. 5. 6. u. ſ. w. eine zuerſt aufwärts und dann abwärts ſchwingende Curvenbewegung macht, etwa wie in folgender Figur dargeſtellt iſt:

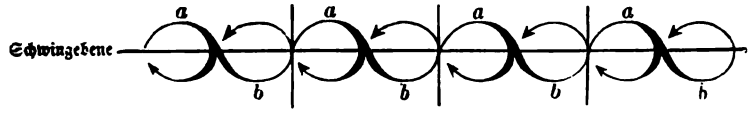


Fig. 13.

Es beſteht hiernach die ſchwingende Bewegung eines jeden dieſer Theile aus einer aufwärts gerichteten Schwingung a und einer nächſtfolgenden abwärts gerichteten Schwingung b.

In ganz ähnlicher Weiſe, wie das Seil, geräth nun auch die oberſte Waſſerſchichte des Oceans in eine auf- und abwärts ſchwingende Bewegung, wenn ſie an irgend einer Stelle erſchüttert und hierdurch das Gleichgewicht ihrer Theile geſtört wird. Die hierdurch entſtehende ſchwingende Bewegung derſelben nennt man die Wellenbewegung und jede einzelne auf- und abwärts gehende Schwingung derſelben eine Welle. Hiernach iſt alſo die einzelne Welle nicht die, durch die erhal-

§. 33. tene Erschütterung, — etwa wie eine Kugel — über die Wasserfläche hingetriebene Wassermasse, sondern nur die — scheinbar ihren Entstehungsort gar nicht verlassende — Schwingungsform eines, aus seinem Gleichgewichte gebrachten und dasselbe wieder erstrebenden, Wassertheiles, während die ganze über einer Wasserfläche sich ausbreitende Wellenbewegung die Summa aller einzelnen, vor einander auftretenden, Wellenschwingungen ist, deren jede dann aus einer aufwärts- und einer abwärts gehenden Schwingung oder einem Wellenberge und einem Wellenthale besteht.

Erklärungen: 1) Am einfachsten kann man sich die Bildung und Fortbewegung der Wellen veranschaulichen an einem, vom Winde in eine wogende Bewegung versetzten, Getreidefelde. Bei diesem beugt sich jeder Halm unter dem Drucke des Windes, um sich dann wieder aufzurichten, ganz so wie das vom Winde gestoßene Wasser sich bewegt. Indem nun der über das Getreidefeld hinfahrende Wind immer wieder neue Halme beugt, die sich alle wieder heben, so entsteht dadurch jenes Wogen, welches die größte Aehnlichkeit nach Entstehung und Weiterentwickelung mit den Wellenbildungen des Meeres hat.

Außer dem Wellenberge und Wellenthale unterscheidet man bei jeder Welle auch noch:

1) die Wellenlänge, worunter man die Dimension, welche mit dem Anfangspunkte eines Wellenberges beginnt und mit dem Endpunkte des zu diesem Berge gehörigen Thales endigt, oder mit anderen Worten die Linie zwischen den Anfangspunkten zweier Wellenberge versteht;
2) die Wellenbreite, welche senkrecht auf der Wellenlängslinie steht und gewissermaßen dasselbe bedeutet, was die Kamm- oder Rückenlinie für ein Gebirge ist;
3) die Wellenhöhe umfaßt die Summe, welche man erhält, wenn man die Höhe eines Wellenberges, (d. h. die senkrechte Entfernung seines Gipfels von dem Niveau, welches das Wasser im Zustande der Ruhe einnimmt), zu der Tiefe seines Wellenthales addirt;
4) die Rückenseite einer Welle liegt auf der Seite, welche von der Richtung der Vorwärtsbewegung eines Wellenberges abgewendet liegt, während der Abhang, welcher der Vorwärtsbewegung einer Welle zugewendet ist, die Vorderseite dieser Welle bildet.

Die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Wellenschwingungen über der Meeresfläche fortbewegen, hängt einerseits von der Größe, Höhe und Länge der Wellen, andererseits von der Tiefe des wellenden Meeres ab.

Je tiefer das Meer ist, um so größer kann auch die Geschwindigkeit der auf der Meeresfläche dahineilenden Wellen sein. Nach dem Astronomen Airy bewegt sich jede Welle von dreißig Meter Länge (Durchmesser) in einem Meere von 300 Meter mittlerer Tiefe mit einer Geschwindigkeit von 6,8 Meter in der Secunde oder 24,980 Meilen in der Stunde; eine Welle von 300 Meter (950 Fuß) Länge aber eilt über einer Tiefe von 3000 Meter mit einer Geschwindigkeit von 21,85 Meter in der Secunde hin, also $10^1/_2$ Meile in der Stunde. Sir James Roß berechnet die Schnelligkeit der Welle auf stark bewegtem Meere zu 18,69 preuß. Meilen in der Stunde. Die an der Südküste von England beobachteten Wellen hatten bei einer Höhe von 12 Fuß eine Geschwindigkeit von 4 preuß. Meilen in der Stunde. — Nach Thomson endlich ist die Geschwindigkeit der Wellen bei mäßigem Winde in der Stunde 10 Seemeilen = $2^1/_2$ geographische Meilen, bei lebhaftem Winde aber 3mal so groß.

Die gewaltige **Kraft**, mit welcher die Wellen auf alle Körper, welche ihrer Fortbewegung hemmend entgegentreten, einwirken, ist theils von der Wassermenge, welche bei den Wellenschwingungen in Bewegung gesetzt wird, theils von der Geschwindigkeit der vorwärts eilenden Wellen abhängig.

Der englische Geolog Lyell theilt mit, daß ein, — 8 Fuß 2 Zoll langer, 7 Fuß breiter und 5 Fuß hoher, Felsblock durch die Sturmwellen des Meeres 90 Fuß weit fortgerissen und ein anderer — 9 Fuß langer, 6½ Fuß breiter und 4 Fuß hoher — Block 150 Fuß weit bergauf getrieben wurde.

Wenn die über das Meer dahin ziehenden Wellen durch irgend einen Gegenstand, seien es nun unterseeische Klippen, Sandbänke oder auch Ufer, in ihrem Laufe gehemmt oder aufgehalten werden, so stauen sie sich um so stärker, je höher sie sind und je schneller sie sich bewegen. Die Folge dieser Stauung ist nun, daß die nach einander folgenden Wellen in kleineren Zwischenräumen auf einander folgen und sich gegenseitig einander drängen und ineinander schieben, so daß nun die Basis einer jeden so gedrängten Welle zusammendrückt oder verkürzt und in Folge davon der Gipfel der Welle in die Höhe getrieben wird. Diese Hebung der einzelnen auf einander folgenden Wellen muß um so stärker sein, je größer von vorn herein die einzelnen Wellen sind, je schneller sie einander jagen und je weniger tief der, die Stauung der Wellen bewirkende, Gegenstand ist.

An dieser Stauung und Auftreibung der Wellen, welche unter dem Namen der **Brandung** allgemein bekannt ist, kann man schon aus der Ferne die Untiefen und Klippen im Meere erkennen.

Wenn sich aber Wellen von hohem Meere her einer flachen Küste mit sanft abfallendem Strande nähern, so werden die unteren Lagen derselben durch die Reibung an der schief aufsteigenden Strandebene in ihrer schnellen Fortbewegung gehemmt, während die oberen Wasserlagen der Welle nicht aufgehalten werden und darum mit ihrer einmal besitzenden Geschwindigkeit vorwärts eilen möchten. Die Folge davon ist, daß diese obere Wellenlage sich immer steiler aufrichtet, bis sie am Ende nach vorn überköpft und mit starkem Getöse schäumend in sich zusammenbricht. Und indem dieses Aufrichten und Ueberköpfen mit jeder der schnell hintereinander her jagenden Wellen vor sich geht, entstehen die Wellenkräuselungen, wie man sie an jeder flachen und allmählich in das Meeresbecken einsinkenden Küste beobachten kann. — Wenn dagegen eine, namentlich von heftigem Winde getriebene, Welle an ein hohes, steiles Felsenufer schlägt, dann wird die anprallende Welle durch die nachfolgenden Wellen an ihrem Grunde so zusammengepreßt, daß sich ihr Wellenberg zuerst an der Uferwand hoch in die Höhe schiebt, dann aber rücklings überköpft, während das ihm nachfolgende Wellenthal sich unter ihm wegschiebt und eine Vertiefung bildet, ehe es rückwärts schreitet.

Am Leuchtthurme von Bell Rock, welcher 112 Fuß hoch ist, steigen die so vom Winde getriebenen Wellen oft bis zur höchsten Spitze desselben.

Von der Ebbe und Fluth. — Während die durch den Wind erzeugten Wellenbildungen vorzüglich an der Oberfläche und den, dieser zunächst liegenden, tieferen Wasserschichten ihren Tummelplatz haben und §. 34.

[illegible] — über die Wasserfläche [illegible], sondern nur die — scheinbar ihren Entstehungsort gar nicht verlassende — Schwingungsform eines, aus seinem Gleichgewichte gebrachten und dasselbe wieder erstrebenden, Wassertheiles, während die ganze über einer Wasserfläche sich ausbreitende Wellenbewegung die Summa aller einzelnen, vor einander auftretenden, Wellenschwingungen ist, deren jede dann aus einer aufwärts- und einer abwärts- gehenden Schwingung oder einem Wellenberge und einem Wellenthale besteht.

Erklärungen. 1) Am einfachsten kann man sich die Bildung und Fortbewegung der Wellen veranschaulichen an einem vom Winde in eine wogende Bewegung versetzten, Getreidefelde. Bei diesem beugt sich jeder Halm unter dem Drucke des Windes, um sich dann wieder aufzurichten, ganz so wie das vom Winde gestoßene Wasser sich bewegt. Indem nun der [illegible] Wind immer wieder neue Halme beugt, die sich alle wieder [illegible] Wogen, welches die größte Aehnlichkeit nach Entstehung und [illegible] mit den Wellenbildungen des Meeres hat.

Außer dem Wellenberge und Wellenthale unterscheidet man bei jeder Welle auch noch

1. die Wellenlänge, worunter man die Dimension, welche mit dem [illegible] eines Wellenberges beginnt und mit dem Endpunkte [illegible] Berge gehörigen Thales endigt, oder mit anderen [illegible] zwischen den Anfangspunkten zweier Wellenberge [illegible]

[illegible] Wellenlängslinie steht [illegible] Kamm- oder Rücken- [illegible]

[illegible] wenn [illegible] Entfernung [illegible] Zustande [illegible]

Die gewaltige **Kraft**, mit welcher die Wellen auf alle Körper, welche ihrer Fortbewegung hemmend entgegentreten, einwirken, ist theils von der Wassermenge, welche bei den Wellenschwingungen in Bewegung gesetzt wird, theils von der Geschwindigkeit der vorwärts eilenden Wellen abhängig.

Der englische Geolog Lyell theilt mit, daß ein, — 8 Fuß 2 Zoll langer, 7 Fuß breiter und 5 Fuß hoher, Felsblock durch die Sturmwellen des Meeres 90 Fuß weit fortgerissen und ein anderer — 9 Fuß langer, $6\frac{1}{2}$ Fuß breiter und 4 Fuß hoher — Block 150 Fuß weit bergauf getrieben wurde.

Wenn die über das Meer dahin ziehenden Wellen durch irgend einen Gegenstand, seien es nun unterseeische Klippen, Sandbänke oder auch Ufer, in ihrem Laufe gehemmt oder aufgehalten werden, so stauen sie sich um so stärker, je höher sie sind und je schneller sie sich bewegen. Die Folge dieser Stauung ist nun, daß die nach einander folgenden Wellen in kleineren Zwischenräumen auf einander folgen und sich gegenseitig einander drängen und ineinander schieben, so daß nun die Basis einer jeden so gedrängten Welle zusammendrückt oder verkürzt und in Folge davon der Gipfel der Welle in die Höhe getrieben wird. Diese Hebung der einzelnen auf einander folgenden Wellen muß um so stärker sein, je größer von vorn herein die einzelnen Wellen sind, je schneller sie einander jagen und je weniger tief der, die Stauung der Wellen bewirkende, Gegenstand ist.

An dieser Stauung und Auftreibung der Wellen, welche unter dem Namen der **Brandung** allgemein bekannt ist, kann man schon aus der Ferne die Untiefen und Klippen im Meere erkennen.

Wenn sich aber Wellen von hohem Meere her einer flachen Küste mit sanft abfallendem Strande nähern, so werden die unteren Lagen derselben durch die Reibung an der schief aufsteigenden Strandebene in ihrer schnellen Fortbewegung gehemmt, während die oberen Wasserlagen der Welle nicht aufgehalten werden und darum mit ihrer einmal besitzenden Geschwindigkeit vorwärts eilen möchten. Die Folge davon ist, daß diese obere Wellenlage sich immer steiler aufrichtet, bis sie am Ende nach vorn überköpft und mit starkem Getöse schäumend in sich zusammenbricht. Und indem dieses Aufrichten und Ueberköpfen mit jeder der schnell hintereinander her jagenden Wellen vor sich geht, entstehen die Wellenkräuselungen, wie man sie an jeder flachen und allmählich in das Meeresbecken einsinkenden Küste beobachten kann. — Wenn dagegen eine, namentlich von heftigem Winde getriebene, Welle an ein hohes, steiles Felsenufer schlägt, dann wird die anprallende Welle durch die nachfolgenden Wellen an ihrem Grunde so zusammengepreßt, daß sich ihr Wellenberg zuerst an der Uferwand hoch in die Höhe schiebt, dann aber rücklings überköpft, während das ihm nachfolgende Wellenthal sich unter ihm wegschiebt und eine Vertiefung bildet, ehe es rückwärts schreitet.

Am Leuchtthurme von Bell Rock, welcher 112 Fuß hoch ist, steigen die so vom Winde getriebenen Wellen oft bis zur höchsten Spitze desselben.

Von der Ebbe und Fluth. — Während die durch den Wind erzeugten Wellenbildungen vorzüglich an der Oberfläche und den, dieser zunächst liegenden, tieferen Wasserschichten ihren Tummelplatz haben und §. 34.

§. 34. während eine jede dieſer Wellen nur eine ſenkrecht auf- und abſchwingende Bewegung macht, ohne dabei ihren Platz zu verlaſſen, kommen auf dem Meere auch noch Wellenſchwingungen vor, welche allmählich die ganze Meeresmaſſe bis zu ihrem Grunde hin in Bewegung ſetzen und zwar durch ein ſenkrechtes Schwingen, dabei aber auch gleichzeitig eine horizontale Vorwärtsbewegung bemerken laſſen. Dieſe großartigen Wellenſchwingungen, welche alltäglich wiederkehren und ſich innerhalb 25 Stunden durchſchnittlich durch ein zweimal wiederkehrendes Steigen und Fallen des Oceans bemerklich machen, ſind unter dem Namen der Ebbe (Tiefwaſſer oder low tide) und Fluth (Hochwaſſer oder high tide) oder der Gezeiten (tides) bekannt. — Etwas über 6 Stunden lang ſteigt das Waſſer oder die Fluth des Oceans an den Küſten, dann fällt es allmählich wieder in den nächſten 6 Stunden und ſtellt ſo die Ebbe dar. Die Zeit, welche zwiſchen dem höchſten und niedrigſten Waſſerſtande verſtreicht, beträgt demnach im Durchſchnitte 6 Stunden 15 Minuten. Dem gemäß brauchen Ebbe und Fluth zuſammen durchſchnittlich 12 Stunden 30 Minuten. Da nun an jedem Tage zweimal Ebbe und Fluth eintritt, ſo beträgt der Zeitraum dieſer doppelten Meeresſchwingung im Mittel 24 Stunden 50 Minuten 28 Secunden. Hiernach rückt alſo der Moment des höchſten und niedrigſten Waſſerſtandes täglich um 1 Stunde vor, ſo daß, wenn heute um 12 Uhr Fluth und um $6\frac{1}{4}$ Uhr Ebbe war, morgen um 1 Uhr Fluth und um $7\frac{1}{4}$ Uhr Ebbe iſt. — Dieſe Erſcheinung nun, verbunden mit dem Umſtande, daß auch der Mond täglich im Durchſchnitte 50 Minuten ſpäter aufgeht und daher auch 50 Minuten ſpäter ſeine höchſte Höhe oder Culmination über irgend einem Orte an oder auf dem Meere erreicht (— oder mit anderen Worten durch den Meridian dieſes Ortes geht —), und daß während je zweier Durchgänge des Mondes durch den Meridian eines Ortes am Meere zweimal Fluth und zweimal Ebbe eintritt, deutet darauf hin, daß der Mond einen weſentlichen Einfluß auf die Erzeugung der Ebbe und Fluth ausübt.

a. Dem Einfluſſe des Mondes iſt es daher auch zuzuſchreiben, daß
   1) jedem Hochwaſſer auf der einen Stelle des Meeres auch ein Hochwaſſer auf der entgegengeſetzten Seite der Erdkugel gegenüberſteht;
   2) zur Zeit des Voll- und Neumondes, in welcher der Mond ſeinen Tageslauf um die Erde in 24 Stunden 37 Minuten vollendet, je 3 Fluthen und 3 Ebben ebenſo viel Zeit brauchen und daß zu dieſer Mondzeit die Fluth viel höher ſteigt und die Ebbe viel tiefer ſinkt als zur Zeit des erſten und letzten Mondviertels;
   3) zur Zeit des erſten und letzten Viertels, in welcher der Mond 25 Stunden und 27 Minuten zu ſeinem täglichen Umlaufe braucht, auch die Gezeitenpaare ſo viel Zeit brauchen und dabei weit ſchwächer auftreten.

b. Die zur Zeit des Neu- und Vollmondes eintretenden höheren Fluthen nennt man Springfluthen, die zur Zeit des erſten und letzten Mondviertels dagegen vorkommenden niederen Fluthen: Nipp-

fluthen. Die stärksten Springfluthen fallen in die Zeit der Tag- und Nachtgleiche (d. i. der Aequinoctien). Ebenso sind die Fluthen zur Zeit der Sommersonnenwende stärker als während des Wintersolstitiums. Endlich ist es bemerkenswerth, daß bei Sonnen- und Mondfinsternissen die Springfluthen in der Regel höher sind. §. 34.

4) Endlich ist nun noch zu erwähnen, daß, während zu der Zeit, in welcher der Mond in dem Meridiane eines Ortes, also senkrecht über demselben, steht und in Folge dessen an diesem Orte Fluth herrscht, unter demjenigen Meridiane, welcher rechtwinkelig zu diesem steht, Ebbe stattfindet.

Alle diese Erscheinungen deuten offenbar darauf hin, daß zunächst der Mond, dann aber auch die Sonne die Haupterreger derjenigen Bewegungen des Meeres, welche als Ebbe und Fluth bekannt sind, dadurch werden, daß sie eine Anziehung auf die Wassermasse des Meeres ausüben, welche um so stärker sein muß,

1) je mehr sich diese beiden Weltenkörper gegenseitig in ihrer Anziehung der Meereswassermasse unterstützen können, was am ersten der Fall ist, wenn Sonne und Mond in einer und derselben senkrechten Linie über der Meeresfläche stehen, wenn sich also z. B. der Mond gerade zwischen der Sonne und der Erde befindet;

2) je ungehinderter durch die Anziehung der festen Massen des Erdkörpers das Wasser des Meeres der Mond- und Sonnenanziehung folgen kann, woher es auch kommt, daß auf der weit ausgedehnten tiefen und offenen See Ebbe und Fluth weit stärker sind, als in verhältnißmäßig schmalen, vom Lande eingeschlossenen, weniger tiefen Binnenseen. Nach Kayser („Physik des Meeres," S. 273) läßt sich nun diese Einwirkung des Mondes und der Sonne auf die Wassermassen des Meeres am einfachsten in folgender Weise erklären: In Fig. 14 sei E die Erde, S die Sonne und M der Mond. „Denkt man sich nun zunächst einmal die Sonne allein thätig, so muß die Meeresfläche in dem Punkte a, welcher senkrecht unter der Sonne steht, stärker angezogen werden als der Erdmittelpunkt c und wegen der leichten Ver-

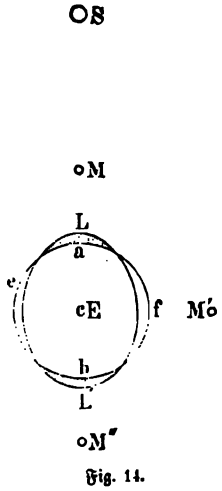


Fig. 14.

E = Erdkörper; S = Sonne;
M = Mond; c = Erdmittelpunkt;
L und L' = Wasserhülle der Erde;
e und f = Ebbe; a und b = Fluth.

§. 31. ſchiebbarkeit der Waſſertheilchen vorauseilen. Ebenſo muß aber auch das Waſſer in b hinter c zurückbleiben, weil es eine weniger ſtarke Anziehung von der Sonne erleidet, als c. Dem gemäß muß ſich die Waſſerhülle in a und b gleichzeitig heben und ebenſo gleichzeitig in c und f ſenken, ſo daß die Waſſerhülle der Erde die Geſtalt des Sphäroides LL' annimmt; und in a, wo die Sonne im Zenith ſteht, ſogenannte Zenithfluth, aber gleichzeitig auch in b, wo ſich die Sonne im Nadir befindet, Nadirfluth, dagegen in den Punkten c und f Ebbe ſein. Bei der Umdrehung der Erde um ihre Axe kommt aber die Sonne in jedem Augenblicke in einen anderen Meridian; es muß demnach die Fluthhebung dem täglichen Laufe der Sonne folgen und ſomit das Meer unter jedem Meridiane bei jeder Umdrehung der Erde zweimal Fluth und zweimal Ebbe zeigen. — Nun befindet ſich aber die Erde nicht bloß unter dem Einfluſſe der Sonne, ſondern zu gleicher Zeit auch des Mondes. Wenn nun dieſer letztere die Anziehungskraft der Sonne unterſtützt, wie dieſes der Fall iſt, wenn er (M) zwiſchen der S und E, alſo in demſelben Meridiane mit der S, ſteht, — z. B. beim Neumonde —, ſo muß die Einwirkung beider auf die Meeresmaſſe größer werden und in Folge davon eine höhere Fluth (Springfluth) und eine größere Ebbe entſtehen. — Befindet ſich aber der Mond nicht in demſelben Meridiane mit der Sonne, ſondern um 90° ſeitwärts (z. B. in M'), wie es beim erſten und letzten Viertel der Fall iſt, ſo entſteht ein Kampf in der Stärke der Anziehung zwiſchen der Sonne und dem Monde, in welchem der der Erde näher ſtehende Mond den Sieg davonträgt, da die viel größere und darum mächtigere Sonne wegen ihrer 400 Mal größeren Entfernung die Schwerkraft der Gewäſſer nicht ſo leicht überwinden kann, als der zwar kleinere, aber der Erde 400 Mal nähere Mond. Es leuchtet aber ein, daß die von ihm allein hervorgerufene Fluth und Ebbe ſchwacher ſein muß, da er von der Sonne nicht unterſtützt, ſondern im Gegentheil bekämpft und eben dadurch in ſeiner Anziehungskraft geſchwächt wird.

Aus dieſem, eben erklarten, Einfluſſe der Sonne und des Mondes laſſen ſich alle bei der Ebbe und Fluth hervortretenden Erſcheinungen ſehr einfach erklaren, ſo, — außer dem ſchon oben angegebenen genau mit dem Mondverlaufe correſpondirenden Verlaufe der Fluth und Ebbe, ſowie dem Auftreten der Springfluthen bei Neu- und Vollmond, der Nippfluthen bei dem erſten und letzten Mondviertel und der heftigen Sturzfluthen beim Eintritt von Sonnen- und Mondfinterniſſen und der Aequinoctien, — auch noch folgende Erſcheinungen:

1) An den Küſten offener Meere zeigt ſich Ebbe und Fluth weit ſtarker als an mehr von Land umſchloſſenen Küſten. An jenen ſteigt bei der Fluth das Waſſer hoch am Strande in die Höhe und zieht ſich bei der Ebbe ſoweit vom Strande zurück, daß der Grund des Meeres mit all ſeinen Klippen und all ſeinen Thieren entblößt wird. In den nur durch ſchmale Canale mit dem offenen Meere

in Verbindung stehenden Binnenmeeren dagegen ist Ebbe und Fluth nur gering. Im schwarzen Meere soll sie gar nicht bemerkbar sein; in der Ostsee beträgt sie nur sehr wenig, z. B. im Hafen von Wismar bei mittlerer Mondfluth nur 2,43 rhein. Zoll. Im Mittelmeere ferner zeigt der Unterschied zwischen Ebbe und Fluth z. B. im Adriameere 3—4 Fuß, aber bei Alexandria nur 1,08 Fuß. — Endlich aber sind auf dem hohen, weit von aller Landesumgürtung entfernten, Ocean die durch Ebbe und Fluth hervorgerufenen Schwankungen der Meeresmasse ebenfalls verhältnißmäßig nur gering. So beträgt der Unterschied des Wasserstandes bei den Sandwichsinseln nur $2^1/_2$ Fuß, ja bei Tahiti nur 11 Zoll. §. 34.

2) Da, wo an Küsten, welche starke Fluth und Ebbe zeigen, Ströme in das Meer einmünden, bringt die Fluthwelle mehr oder weniger mit in diese Ströme ein und bewirkt dadurch nicht bloß eine Stauung, sondern auch ein Zurücktreten des Flußwassers und in Folge davon eine Ueberfluthung der Ufergelände. In dieser Weise dringt die Fluth in die Elbe 20, in die Weser 9, in die Themse 12 Meilen weit ein; ja im Amazonenstrome soll sie sogar 150 Meilen weit von der Mündung an noch bemerklich sein.

3) Da, wo die Stromrichtung der Fluthwelle auf hohe felsige Ufer oder weit in das Meer vorspringende Klippen und Vorgebirge stößt, oder wo sich vom Meere aus schmale Canäle oder tiefe Buchten mit hohen, steilen Ufern trichterförmig ins angrenzende Land hineinziehen, so daß sich die in dieselben eindrängenden Fluthen stauen, erheben sich namentlich die Springfluthen oft bis zu einer bedeutenden Höhe. So steigen sie am Cap Lizard 18—19 Fuß, in der Chesapeakbay (Nordamerika) 30 Fuß, bei St. Malo (Depart. der Ille und Vilaine) 46 Fuß, im Bristol-Canal 40 bis 50 Fuß, in der Fundybay (Nordamerika) sogar 60 bis 70 Fuß hoch.

4) In den Aequatorialgegenden, in denen Sonne und Mond fast stets in senkrechter oder doch nur wenig schiefer Richtung auf die Meeresfläche einwirken, muß Ebbe und Fluth am stärksten hervortreten, in der gemäßigten Zone aber, wo die Anziehung durch Sonne und Mond schon unter einem spitzeren Winkel stattfindet, muß eben darum auch im Allgemeinen Ebbe und Fluth schwächer sein und in der Polarzone wird sie wenigstens zur Zeit der Aequinoctien, wo Sonne und Mond zu gleicher Zeit von beiden Polen am weitesten entfernt stehen, am schwächsten oder gar nicht bemerkbar sein. Aber zur Zeit der Sommersonnenwende, wo die Sonne dem Nordpole am nächsten und dem Südpole am fernsten steht, müssen am Nordpole und in der nördlichen gemäßigten Zone die Fluthen weit stärker sein und Springfluthen bilden; dagegen zur Zeit der Wintersonnenwende am Südpole und in der südlichen gemäßigten Zone die stärksten Springfluthen auftreten.

Wenn die Erdoberfläche gleichmäßig von einer gleich tiefen Wasserhülle bedeckt wäre, so würde die Fluthwelle dem Laufe des Mondes und der Sonne folgend die Erde in der Richtung von Osten nach Westen um-

§. 34. kreisen, in der Stunde 872 Seemeilen zurücklegen und überall die nemliche Höhe und Breite zeigen. In der Wirklichkeit findet indessen dieser regelmäßige Verlauf nicht statt, sondern da treten der sich fortbewegenden Fluthwelle einerseits die Küsten der vom Meere umgürteten Festländer und andererseits die wechselnden Tiefen des Oceans selbst hemmend entgegen und rufen hier eine größere Geschwindigkeit, dort eine größere Langsamkeit der vorwärts eilenden Fluthwellen hervor. Nur auf den weit ausgespannten Flächen des Oceans in der Nähe des Südpoles, wo nach Osten und Westen hin um 90 ^{0} offenes Meer sich ausbreitet, wo vom Polarmeere aus der atlantische, große und indische Ocean ihre Fluthen zum Ganzen vereinigen, da ist noch der geeignete Raum und der günstigste Punkt zur Entwickelung und vollen Ausbildung der Fluthwelle, da — in der Gegend von Vandiemensland (südlich von Australien) — ist nach Sir William Whewell die Wiege von Ebbe und Fluth zu suchen, und da schwillt in dem Meridiane von Vandiemensland Mittags 12 Uhr zur Zeit des Neumondes der Ocean durch die gemeinschaftliche Anziehung seiner Wassermasse durch Sonne und Mond zugleich zu einer gewaltigen Fluthwelle an, während um 90 ^{0} ost- und westwärts Ebbe herrscht. Von hier aus schreitet nun nach Whewell die Fluthwelle, der Axendrehung der Erde folgend, nach Westen hin mit so reißender Schnelligkeit fort, daß sie schon um Mitternacht die Südspitze Vorderindiens, um 1 Uhr Nachts das Cap der guten Hoffnung und um 8 Uhr des folgenden Morgens das Feuerland erreicht. Bei diesem westlichen Laufe aber nähert sich die Fluthwelle schon dem Aequator, da Sonne und Mond von ihrem Stande über dem letzteren die Fluthwelle anziehen, und gelangt so bei diesem nach Norden gerichteten Zuge an die Spitzen der Continente, welche nun die Universalfluthwelle in drei mächtige Theilfluthwellen spalten, von denen die eine in den atlantischen, die andere in den großen und die dritte in den indischen Ocean hineingedrängt, zugleich aber auch jede von ihrem ursprünglich nach Westen gerichteten Zuge mehr oder weniger abgelenkt und nordwärts getrieben wird. Die Ursache von diesem, namentlich im atlantischen Oceane, stark hervortretenden, von Süd nach Nord gerichteten Zuge der Fluthwelle liegt einerseits in ihrer Einengung zwischen die Landesmassen der sie umgebenden Continente und der durch die Ufer auf das Wasser ausgeübten Anziehung, andererseits in der geringeren Tiefe des Meeres in der Nähe der Ufer. In Folge aller dieser Ursachen wird nun die Fluthwelle in der tieferen Mitte ihres Strombettes sich um so schneller und stärker vorwärts drängen, je schmäler dieses Bett und je seichter die Ufergegenden sind, so daß sie zuletzt eine stark nach Norden gerichtete Curve bildet.

Recht deutlich tritt diese abweichende Bewegung der Fluthwelle, wie schon bemerkt, in dem atlantischen Oceane hervor (Fig. 15). — Die von Vandiemensland her nach Westen fortschreitende Fluthwelle stößt auf die Spitze von Südamerika und wird von hier aus durch das Anprallen an Amerika zum größten Theile nach Norden in das atlantische Meer getrieben. Ist sie bis in die Nähe von Neufundland gekommen, dann erleidet sie durch die Insel Grönland abermals eine Abweichung und wird nun in Folge davon wieder mehr nach Osten getrieben, so daß sie nun an den westlichen Küsten Europas

mit einer Richtung von Weſtſüdweſt nach Oſtnordoſt hinſtreicht. Dabei aber §. 34.
erleidet ſie bei ihrer Ankunft an den ſüdweſtlichen Vorgebirgen Englands und
Irelands (d. i. vom Landsend und Cap Clear) abermals eine Spaltung in

Fig. 15.
Die Fluthwellen im atlantiſchen Ocean (nach Whewell).

drei Arme, von denen der weſtliche an Irland hin auf Island zu mit nord-
öſtlicher Richtung nach dem nördlichen Eismeere eilt, der mittlere mit ſtark
nordwärts gekrümmten Curven durch den St. Georgs-Canal zwiſchen Ireland
und Großbritannien ſtreicht, und der öſtliche ſich durch den Canal zwiſchen
England, Frankreich und Deutſchland durchdrängt und zwar in Folge ſeiner
Einengung zwiſchen den nahe gelegenen Küſten mit ſehr ſtark nach Oſtnordoſt
gekrümmter Fluthwelle. So gelangt denn nun endlich nach vielfachem Auf-
enthalte, ſei es durch die Küſten, ſei es durch die geringere Tiefe des Meeres
und mehrfachen Spaltungen die Fluthwelle verſpätet — in Helgoland gerade
aſt zwei Tage nach dem Neu- und Vollmonde — in die Nordſee, in welcher
nun aber eine doppelte Fluthwelle, nemlich einerſeits die durch den Canal nach
Nordoſt ſtreichende und andererſeits die um Schottland herum nach Süd ge-
richtete, ſich bemerklich macht und zwar in der Weiſe, daß die Canalfluth den
ſüdlichen und die ſchottiſche Fluth den nördlichen Theil der Nordſee beherrſcht,
während der Zuſammenſtoß dieſer beiden Fluthwellen im ſüdlichen Theile der
Nordſee — etwa in der Gegend zwiſchen Oſtende und Dover — ſtattfindet,
wodurch ſich auch der aufgeregte Zuſtand des Meeres in dieſer Gegend er-
klären läßt.

Welche Verzögerungen die Fluthwelle bei dieſem ihrem Zuge durch das at-
lantiſche Meer erleidet, ergiebt ſich aus Folgendem: Die urſprüngliche Fluth-
welle gelangt Nachmittags 4 Uhr am zweiten Tage bei Breſt und Lands-
end an, kommt aber erſt Abends um 11 Uhr nach Calais und Dover, dann
um Mitternacht nach Oſtende und zur Themſe, und endlich um 1 Uhr Mittags

des dritten Tages zur Mündung der Elbe. Während sie also von Vandiemensland aus in 29 Stunden nach Brest geeilt ist, braucht sie von Brest bis Helgoland volle 21 Stunden.

§. 35. **Die Strömungen im Oceane.** — Zu den merkwürdigsten Erscheinungen im Gebiete des Oceans gehören diejenigen Wasserbewegungen desselben, welche, ähnlich den Flüssen und Strömen der Festländer, die Meeresmasse nach bestimmten Richtungen und bestimmten Regionen hin durchfluthen und dabei gewöhnlich eine andere Temperatur besitzen, als die sie umgebende Wassermasse des Oceans. Diese merkwürdigen Flüsse im Reiche des Oceans, deren Sohle und beiderseitigen Ufer durch die im Zustande der Ruhe befindliche Gesammtwassermasse des Oceans selbst gebildet werden, sind bekannt unter dem Namen der Meeresströmungen (Fig. 16). Die Ursachen der Entstehung dieser Flüsse des Oceans sind

Fig. 16.
Meeresströmungen im Atlantischen Ocean.
ar = Arktische Strömung.
ae = Aequatorialströmung.
g = Golfstrom.
m = Mozambikstrom.
h = Humboldts-Strom.

zwar noch nicht alle genau bekannt, indessen ist doch soviel gewiß, daß einerseits das durch die ungleiche Einwirkung der Sonnenwärme gestörte Gleichgewicht der Wassermassen und andererseits die Umdrehung der Erde um ihre Axe als die Haupterzeuger dieser oceanischen Ströme anzusehen sind, und daß außerdem auch noch der verschieden große Salzgehalt und die hierdurch hervorgebrachte Verschiedenheit in dem specifischen Gewichte des Meerwassers zur Erregung dieser Ströme beiträgt.

1) Es ist allbekannt, daß warmes Wasser leichter ist als kaltes und §. 35.
dem gemäß das erstere sich an der Oberfläche des letzteren befindet. Da nun täglich Jahr aus Jahr ein in den Aequatorialgegenden die Sonne die Meereswassermasse weit stärker erwärmt, als in den Polarmeeren geschehen kann, so muß auch hierdurch das Gleichgewicht der Wassermasse zwischen den Aequatorial- und Polarmeeren täglich gestört und in Folge davon eine doppelte Strömung des Meerwassers herbeigeführt werden, nemlich von dem Aequatorialmeere aus eine wärmere, leichtere und sich in der oberen Meeresregion nach den Polarmeeren hin bewegende und dann von den Polarmeeren aus eine kältere, schwerere und darum sich in der unteren Meeresregion nach dem Aequatorialmeere bewegende, welche den durch die Erwärmung des Meerwassers erzeugten Verlust in dieser letzteren ersetzt. Diese, durch die ungleiche Erwärmung des Meereswassers herbeigeführte, von Süd nach Nord und von Nord nach Süd oder mit anderen Worten von den Polarmeeren nach dem Aequatorial-Oceane und umgekehrt fluthende, Strömung ist
   a. im atlantischen Oceane am mächtigsten. Hier bildet sie zwischen Island und Grönland die arktische Strömung, welche sich mit der aus der Davisstraße und Hudsons Bai hervortretenden Strömung zu der Labradorströmung verbindet. Sie ist es, welche vorzüglich große Eismassen nach südlichen Breiten führt und dann sich bei Neufundland unter dem sie rechtwinkelig durchschneidenden Golfstrome vergräbt und in der Tiefe weiter südwärts fließt;
   b. im großen Oceane aber nur in dessen südlichem Theile mächtig auftritt und hier namentlich den gegen den Aequator hin fließenden Peru- oder Humboldt-Strom an der Küste Chile's bildet, während sie im nördlichen Theile des großen Oceans wegen der seichten Behringsstraße weit weniger hervortritt.

2) Wie durch die ungleiche Erwärmung des oceanischen Wassers eine von Nord nach Süd und umgekehrt von Süd nach Nord ziehende Strömung des Meerwassers herbeigeführt wird, so ist nun auch die tägliche Umdrehung der Erde die Ursache, daß in dem Wasser des Oceanes eine tägliche Strömung hervorgebracht wird, welche, wenn ihr durch die Erdtheile nicht ein Hinderniß in den Weg gestellt würde, in dem Aequatorialgürtel den Erdkörper vollständig von Osten nach Westen hin umkreisen würde. Durch die von West nach Ost stattfindende Umdrehung der Erde wird nemlich die Wassermasse des Oceans ebenfalls in eine Schwingung versetzt, welche ursprünglich auch ostwärts gerichtet ist. Da aber in der Aequatorialzone die Meeresmasse wegen der lockeren Verbindung ihrer Theile der überaus raschen Umdrehung der Erde nicht folgen kann, so bleibt sie zurück, staut sich und tritt nun der ostwärts eilenden Erde als ein von Osten nach Westen gerichteter Strom entgegen, welcher in seiner westlichen Bewegung noch durch die

§. 35. unaufhörlichen, von Osten nach Westen streichenden, Passatwinde befördert wird. Diese durch den Umschwung der Erde von O. nach W. fluthende Strömung bildet den sogenannten Aequatorialstrom. Dieser Aequatorialstrom ist sowohl im atlantischen, wie im indischen und großen Oceane vorhanden (Fig. 16). Im atlantischen Ocean beginnt er im 10. Grad südl. Breite an der Küste von Afrika und fluthet zunächst im Aequator hin westwärts bis zur Ostküste von Südamerika. Am brasilischen Cap St. Roque wird er dann gebrochen und in einen größeren nördlichen und einen kleineren südlichen Arm zertheilt. Dieser letztere zieht dann an der Westküste Brasiliens südwärts etwa bis zum 30. Grade südl. Breite, wo er scheinbar verschwindet oder sich mit dem südlich um Afrika ziehenden Strome verbindet. Der vom Cap St. Roque nordwärts fluthende, größere Arm des Aequatorialstromes aber dringt zwischen den kleinen Antillen durch in den mexicanischen Meerbusen und streicht dann mit viel Wärme versorgt unter dem Namen des Golfstromes zwischen der Halbinsel Florida und den Bahama-Inseln wieder in den atlantischen Ocean und durch diesen ostwärts nach Europas Küsten, durch welche er aber nochmals in zwei Arme getheilt wird, nemlich in einen an den Westküsten Europas hin nach Norden zum Eismeere streichenden und in einen südwärts an den Küsten Afrikas hinziehenden und sich wieder mit dem ursprünglichen Aequatorialstrome verbindenden. Der wichtigste Zweig dieses gewaltigen, im Aequator in 24 Stunden 20 bis 24 Seemeilen durcheilenden, Stromes ist der Golfstrom, welcher mit einer Wärme von 30 Grad Cels. aus der Floridastraße hervortritt und dann zwischen den Azorischen Inseln und Spanien einen Arm nordöstlich zu den Westküsten Europas sendet. Er ist es, welcher die nordpolaren Länder und Meere Europas mit soviel Wärme versorgt, daß sie noch bewohnbar sind für Pflanzen und Thiere. —

Im indischen Oceane macht sich der Aequatorialstrom hauptsächlich im Mozambique-Strom bemerklich, welcher von Indien erst westlich, dann südlich durch die Straße von Mozambique fließt und zuletzt am Südcap Afrikas (Cap Agulhas) sich wieder ostwärts wendet, um von der Kerguelen-Insel aus dem südlichen Polarmeere zuzufließen.

Im großen Oceane endlich beginnt der Aequatorialstrom bei der Insel Formosa, an der Ostküste Asiens, und bildet von hier aus zunächst einen nach Nordost an der Küste von Japan vorbeifließenden Stromarm, welcher wegen seiner dunklen Farbe Kuro Siwo genannt wird und dann zum größten Theile ostwärts nach der Küste Amerikas und von da weiter südwärts wieder zum eigentlichen Aequatorialstrom zurückfließt, — sodann aber auch ebenfalls von Formosa aus einen südlichen Stromarm, welcher an der Ostküste von Australien vorbei sich zum südlichen Polarmeere wendet.

Außer diesen Hauptströmungen zeigen sich in verschiedenen Gegenden des Oceans noch Strömungen, welche durch Winde hervorgerufen werden,

ſobald dieſe längere Zeit hindurch nach einer und derſelben Richtung über große Meeresflächen hinziehen. Unter dieſen Strömungen, bei denen die Winde aber nur das Waſſer der Meeresoberfläche in Bewegung ſetzen und es vor ſich hertreiben und die eben deshalb Treib-, Trift- oder Driftſtrömungen genannt werden, macht ſich vorzüglich die im atlantiſchen Oceane vorkommende Driftſtrömung des Südoſt-Paſſates ſüdlich vom Aequator und die Driftſtrömung des Nordoſt-Paſſates nördlich vom Aequator bemerklich.

Endlich bemerkt man auch Strömungen ſüßen Waſſers an den Mündungen mächtiger Ströme, ſo namentlich an der Küſte Südamerikas an der Mündung des Amazonas und des La Plata.

Bemerkung: Mehr über die Natur und die Bewegungen des Meeres findet man namentlich in folgenden Werken:

Dr. Joh. Kayſer: Phyſik des Meeres. Paderborn 1873.
Dr. Otto Ule: Die Erde und die Erſcheinungen ihrer Oberfläche ꝛc. nach Reclus. — Leipzig. 1874 u. f.
K. v. Seebach: Ueber die Wellen des Meeres und ihre geologiſche Bedeutung. Berlin 1872.
Ad. v. Klöden: Handbuch der phyſiſchen Erdbeſchreibung. — Berlin 1859. Von Seite 426 bis 488.
F. v. Hochſtetter, J. Hann und A. Pokorny: Allgemeine Erdkunde. Prag 1872.
H. Weber und W. Weber: Wellenlehre auf Experimente gegründet. Leipzig 1825.
H. W. Dove: Der Kreislauf des Waſſers auf der Erde. Berlin 1866.
Dr. Adolf Mühry: Ueber die Lehre von den Meeresſtrömungen. Göttingen 1869.
Berghaus: Phyſikaliſcher Atlas. I. Bd. — Gotha 1852.

III. Einfluß des Waſſers auf die Veränderungen des Erdkörpers.

Im Allgemeinen. — Es giebt kein geſchäftigeres und auf ſo mannichfache Weiſe wirkendes Agens als das Waſſer. Aus ſeiner urſprünglichen Heimath, der Atmoſphäre, niederſinkend wirthſchaftet es zunächſt an den feſten Maſſen der Erdoberfläche, indem es die einen zertrümmert und die hierdurch erhaltenen Trümmer in Gerölle, Sand oder Schlamm umwandelt, die anderen aber vollſtändig löſt, um mit den ſo erhaltenen Subſtanzen theils Lücken in der Erdfeſte auszufüllen theils neue Erdrindemaſſen zu ſchaffen. Dabei rieſelt es durch alle Spalten und Ritzen der Erdoberfläche, ſchleicht es ſich weiter in die Maſſe ſcheinbar ganz dichter Mineralmaſſen ein, um dieſe ebenfalls umzuwandeln und mittelſt der aus ihnen gewonnenen Salze und Säuren neue Mineralarten zu bilden; ja es dringt ſogar noch weiter in das Innere der Erdrinde ein, bis es endlich in diejenigen Räume gelangt, in welchen die Temperatur ſo hoch iſt, daß ſelbſt die ſchwerſt ſchmelzbaren Mineralkörper zu tropfbar-flüſſigen Maſſen zerfließen. In dieſen Räumen aber hat auch das tropfbar-flüſſige Waſſer das Ziel ſeiner Erdwanderung erreicht; denn in dieſen wird es ſelbſt in Dampf umgewandelt, welcher nun nicht mehr abwärts, ſondern aufwärts zur Atmoſphäre, der Heimath aller Gaſe und allen Dampfes, zu bringen ſtrebt und eben darum mit der vollſten Kraft ſeiner Ausdehnbarkeit die ihn gefeſſelt haltenden Erdrindemaſſen ſo lange erſchüttert, zerdrückt, hebt §. 36.

§. 56. und senkt, bis es ihm gelungen ist, sich einen Ausweg zur Erdoberfläche zu erbrechen, aus welchem er dann mit Emporschleuderung aller sein Entweichen hemmenden Steinschmelze und Felsmassen unaufhaltsam zur Atmosphäre emporbringt. Wohl reißt er dann noch eine Menge der von ihm geschaffenen Mineralproducte mit sich in die Höhe, aber bald läßt er dieselben in Folge ihrer Schwere wieder zur Erde niedersinken. Er giebt demnach der Erde zurück, was er ihr geraubt, und kehrt rein von allen erdischen Stoffen als Wassergas in das Luftmeer zurück, um so bald als möglich mit voller Thatkraft wieder sein Werk auf Erden fortzusetzen. Und worin besteht nun dieses Werk?

Das Wasser zersprengt Felsen und trägt Berge ab, um mit dem Schutte derselben die Schluchten, Klüfte und Thäler zwischen den Gebirgen auszufüllen oder schwemmt denselben ins Meer, um in dem Becken desselben neues Land zu bilden. Aber das Wasser zersetzt mittelst der von ihm gelöst gehaltenen Atmosphärilien auch Mineralarten und schafft aus ihnen theils erdige Substanzen, welche es dann weiter zur Verkittung der von ihm zusammengeschwemmten Felstrümmer verwendet, um aus ihnen wieder feste Gesteinsmassen zu bilden, theils Salze, die es entweder zur Umwandlung schon vorhandener, theils zur Erzeugung neuer Mineralmassen namentlich in den Höhlungen der Erdrinde verwendet. Durch all dieses Schaffen und Wirthschaften bringt demnach das Wasser einen Kreislauf und eine Bewegung der Materie hervor, durch welche allein das Bestehen und Fortbilden des Erdkörpers gesichert wird. Das Alte geht freilich dabei zu Grunde, aber dafür entsteht aus seinen Trümmern mit Hülfe des Wassers Neues. Die mächtigen Gebirgszüge der Erdoberfläche bilden das Material, welches mit Hülfe der vulcanischen Kraft geschaffen wurde, und von welchem nun das Wasser unaufhörlich die Substanzen entnimmt, um alle Unebenheiten der Erdoberfläche, ja auch das gewaltige Meeresbecken auszufüllen. Sind aber dereinst durch das Wasser alle die Gebirge abgetragen, und alle Schluchten und Thäler der Erdoberfläche ausgefüllt, so daß alles Land eine ununterbrochene Ebene bildet, dann reißt und führt es von dieser allmählich soviel Schutt in das Bett des Oceans, daß dieses sich immer mehr hebt und durch seine Hebung die oceanischen Fluthen über das bisherige Festland treibt. Wo daher jetzt Land, da wird dereinst Wasser und wo jetzt der Ocean seine Fluthen ausbreitet, da werden in einer, freilich unberechenbar fernen, Zukunft die neuen Erdtheile sich erheben, an denen das Wasser wieder ebenso wirthschaftet, wie an den gegenwärtigen Landesmassen. — So ist das Werk des Wassers ein Werk voll Anfang aber ohne Ende. Denn so lange noch eine Unebenheit auf der Erdoberfläche existirt wird auch das Wasser sie auszufüllen streben, und so lange die Landesmassen aus Substanzen bestehen, wie die in der Gegenwart vorhandenen, wird auch das Wasser unaufhörlich Material zum Umwandeln finden.

Wie aus dem eben kurzlich Mitgetheilten hervorgeht, so ist das Wasser theils das anregende, theils das belebende, theils das ausführende Agens alles dessen, was an den festen Massen der Erdrinde vorgeht. Die Art seiner Wirthschaften und die Producte seiner Wirksamkeit genau kennen

zu lernen, iſt daher für Jedermann von größter Wichtigkeit. Im Folgenden ſoll daher von allem dieſen das Bemerkenswertheſte näher betrachtet werden.

Die Wirthſchaftsweiſe des Waſſers. — Das Waſſer tritt bekanntlich in dreierlei Aggregationsformen in der Natur auf, nemlich luftförmig als Waſſerdampf, tropfbar-flüſſig als eigentliches Waſſer und feſt oder erſtarrt als Eis. In ſeinem luftförmigen und tropfbar-flüſſigen Zuſtande wirkt es mechaniſch, wenn es den Aggregationszuſtand, aber nicht den chemiſchen Gehalt eines Körpers verändert, dagegen chemiſch, wenn es den chemiſchen Gehalt (und zugleich auch wohl die Geſtalt) eines Körpers umwandelt. In ſeinem erſtarrten Zuſtande dagegen oder als Eis wirkt es vorherrſchend mechaniſch, indem es die von ihm durchdrungenen oder angegriffenen Körper zerſprengt und zertrümmert oder auch zertrümmerte Maſſen ſo lange mit einander zum Ganzen verbunden hält, als es eben Eis bleibt; denn wenn auch in den organiſchen Verbindungen, z. B. bei gelöſtem Stärkemehl, im Augenblicke, wo Waſſer zu Eis erſtarrt, eine Zerſetzung oder Umwandlung — z. B. des Stärkemehls in Zucker — vor ſich gebt, ſo iſt dieſes doch, wenigſtens ſcheinbar, nicht bei mineraliſchen Subſtanzen der Fall, da das Ausſcheiden von Salzen in feſter Geſtalt aus zu Eis erſtarrendem Waſſer ein rein mechaniſcher Act iſt, welcher eben dadurch erzeugt wird, daß die Salze ihr Löſungswaſſer verlieren. §. 37.

a. Das mechaniſche Wirken des luftförmigen Waſſers oder Waſſerdampfes zeigt ſich namentlich bei vulcaniſchen Ausbrüchen, indem zunächſt der in den Räumen eines thätigen vulcaniſchen Heerdes ſich anſammelnde und mit gewaltiger Spannkraft ſich einen Abzugscanal zur Erdoberfläche erbrechende Waſſerdampf nicht nur alle ihn hemmenden Geſteinsmaſſen zerſtampft und deren Trümmer, ſeien es Blöcke, Bomben, Sand oder Aſche, durch den erbrochenen Auswurfscanal in die Luft ſchleudert, ſondern auch die geſchmolzenen Steinmaſſen vor ſich her zum Krater hinaustreibt. Dabei wirkt aber der vulcaniſche Waſſerdampf auch noch zum Theil chemiſch, indem er die von ihm durchdrungenen Steinſchmelze hydratiſirt oder auch ſie fähig macht, ſich mit den in ihm gelöſten Stoffen — z B. mit Schwefel, Chlor, Jod, Kohlenſäure — zu verbinden.

b. Von der größten Wichtigkeit für die Veränderungen der Erdrinde iſt das Wirthſchaften des tropfbar-flüſſigen Waſſers. Seine mechaniſche Thätigkeit äußert ſich hauptſächlich in folgender Weiſe: Es drängt ſich durch alle Riſſe und Höhlungen in das Innere der Erdrindemaſſen ein und zerſprengt ſie bei ſeiner Erſtarrung zu Eis in ein Chaos von großen und kleinen Blöcken, oder es ſchleicht ſich in Maſſen von Geſteinsablagerungen ein und verwandelt ſie allmählich in Schlamm, ſo daß die über dieſen Ablagerungen befindlichen Geſteinsmaſſen den feſten Halt verlieren, rutſchen oder in ſich zuſammenbrechen, oder es löſt Felsarten geradezu ganz auf. Das erſte thut das Waſſer mit allen von ihm durchdrungenen Geſteinsmaſſen, die Schlämmung aber vollführt es bei allen thonreichen

§. 37. Ablagerungsmaſſen und die Löſung vollzieht es beim Steinſalz und Gyps. — So wirthſchaftet das Waſſer im Innern der Erdrindemaſſen, aber es nagt auch unaufhörlich an der Oberfläche dieſer letzteren, ſo daß an den Gehängen der Felſen, Berge und Hügel immer weiter in die Maſſe derſelben einſchneidende Furchen und Schluchten entſtehen, welche ſich im Verlaufe der Zeiten allmählich zu Thälern erweitern. — Allen, auf die eben angegebenen Weiſen erhaltenen, Steinſchutt fluthet dann weiter das Waſſer von ſeiner Bildungsſtätte weg und ſetzt ihn erſt da wieder ab, wo ſeine Tragkraft ſo ſchwach geworden iſt, daß es ihn nicht weiter mehr fluthen kann. Dabei aber ſucht es den groben Steinſchutt immer weiter zu zerkleinern: Es reibt, ſchiebt und rollt ſeine einzelnen Trümmer gegen einander und gegen den felſigen Grund ſeines ſteinigen Bettes, bis ſie zu glatt abgerundeten Geröllen und Geſchieben geworden und aus ihren abgeriebenen Steintheilen ein feiner, leicht transportirbarer Sand entſtanden iſt. — In dieſer Weiſe bereitet ſich alſo das Waſſer ſelbſt das Material, aus welchem es neue Erdrindelagen ſchaffen will.

c. Das mechaniſche Wirken des Waſſers iſt ein gewaltſames und gewöhnlich ein ſchon vor unſeren Augen ſich entfaltendes; das chemiſche Schaffen des Waſſers dagegen geht ſo allmählich, ſo heimlich und ſo ſchleichend vor ſich, daß man es meiſtens nicht eher bemerkt, als bis ſein Werk ſchon vollbracht und fix und fertig dem Beobachter entgegentritt. Durch die feinſten, dem bloßen Auge kaum oder nicht bemerkbaren Poren und Ritzen dringt es in das Innere der kryſtalliniſchen Felsarten und ſchleicht von Maſſetheil zu Maſſetheil, bis es auch die kleinſten Theile dieſer letzten, — wenn anders ſie dem Waſſer Zutritt geſtatten, — bewäſſert (hydratiſirt), durchweicht und hierdurch empfänglich gemacht hat, mit denjenigen Umwandlungsagentien, welche das Waſſer ihnen zuleitet, Verbindungen einzugehen oder Beſtandtheile auszutauſchen. Ueberhaupt nun zeigt das Waſſer in dieſer Beziehung folgende Thätigkeit:

1) Es wirkt für ſich allein und ohne Hülfe von chemiſchen Agentien. In dieſem Falle wandelt es waſſerloſe Geſteine in waſſerhaltige, — z. B. den Anhydrit in Gyps, — um, ohne deren eigentlichen chemiſchen Beſtand zu ändern. Aber es kann auch bei dieſer Hydratiſirung Theile aus dem chemiſchen Beſtande einer Mineralmaſſe ganz oder theilweiſe auslaugen und ſich ſelbſt an deren Stelle ſetzen; es kann z. B. aus einem waſſerloſen Feldſpathe in dieſer Weiſe durch Wegnahme eines Kieſelſäuretheiles einen waſſerhaltigen Zeolith ſchaffen.

2) Es wirkt umwandelnd auf eine Mineralmaſſe ein durch Hülfe von in ihm gelöſten chemiſchen Agentien z. B. von Kohlenſäure oder Salzen. In dieſem Falle übt es dreierlei Geſchäfte aus: Es bereitet die Mineralmaſſe zur Aufnahme der Agentien vor; es führt zugleich dieſe letzteren ein und laugt dann noch die bei der Verbindung der letzteren mit den Beſtandtheilen der Mineralmaſſe entſtehenden Producte aus.

Mit den auf dieſe Weiſe erhaltenen Producten aber treibt das Waſſer mit allen den Mineralienmaſſen, welche es benetzt oder durchſintert, ſo lange gewiſſermaßen einen Tauſchhandel, als es eben noch mit Mineralien in der Erdrinde zuſammenkommt, die von ihm Stoffe aufnehmen und dafür andere abgeben. Kann es aber die in ihm gelöſten Subſtanzen nicht an Mineralien abgeben, ſo ſetzt es ſie entweder als ſelbſtändige Mineralien in den von ihm durchfloſſenen Spalten der Erdrinde ab oder es führt ſie als Quelle der Erdoberfläche und von dieſer den Bächen und Flüſſen zum weiteren Transport zu. Während es jedoch durch die Canäle der Erdrinde fließt, kann es auch mit anderen Gewäſſern, welche ebenfalls Mineralſtoffe gelöſt enthalten, ſich miſchen. Und in dieſem Falle beginnt ſeine chemiſche Thätigkeit von neuem; denn es kann nun entweder mit den ihm zugeführten Stoffen die Beſtandtheile tauſchen oder es kann mit denſelben ſeine eigenen Mineralſtoffe unmittelbar verbinden. In beiden Fällen werden demnach neue Mineralarten entſtehen, von denen dann die unlöslichen ſich in den Canälen der Erdrinde abſetzen, die löslichen aber vom Waſſer wieder benutzt werden, um ſie in die Maſſe der ferner von ihm durchdrungenen Geſteinsmaſſen einzuſchieben.

In dieſer Weiſe wird demnach das die Erdrinde durchrinnende Waſſer immer und immer verändernd auf die von ihm dauernd befeuchteten Geſteinsmaſſen einwirken, ſo lange es nur noch veränderbare Mineralien findet und ſo lange es ſelbſt noch Umwandlungsſtoffe enthält. Und dieſe letzteren erhält es wohl immer; denn wenn es auch vom Anfange an, wo es in die Erdrinde eindringt, nur Sauerſtoff und Kohlenſäure beſitzt, ſo erhält es dann durch die mittelſt dieſer Atmoſphärenſtoffe ausgeführten Umwandlungen von den Mineralien, welche es anätzt, diejenigen Salze, mit denen es dann weiter wirthſchaften kann.

§. 38. **Producte der Wirkſamkeit des Waſſers.** — Die durch die chemiſche Thätigkeit des Waſſers hervorgebrachten Veränderungen an den Maſſen der Erdrinde beſtehen nach dem eben Mitgetheilten in der Umwandlung der Mineralien und der von ihnen zuſammengeſetzten Felsarten, und gehen ſo allmählich vor ſich, daß man ſie, wie ſchon geſagt, gewöhnlich nicht eher bemerkt, bis ſie ſchon fertig daſtehen. Aber eben weil ſie ſo heimlich und allmählich, gewiſſermaßen von Atom zu Atom, vor ſich gehen, wird auch meiſtens nur die Maſſe der Geſteine verändert, aber nicht ihre äußere Geſtalt, ſo daß die Felsformen einer, ihrer Maſſe nach ganz umgewandelten, Geſteinsart gleichſam eine Pſeudomorphoſe nach der letzteren bilden. Dieſes alles gilt jedoch nur von den umgewandelten kryſtalliniſchen Erdrindemaſſen, welche von Innen nach Außen metamorphoſirt worden ſind. Anders aber iſt es, wenn dieſe Felsarten von ihrer Außenfläche an durch das Waſſer nur unter Hülfe von Sauerſtoff und Kohlenſäure in der Weiſe zerſetzt worden ſind, daß alle die durch das Kohlenſäure haltige Waſſer präparirten Beſtandtheile ausgelaugt werden und nur noch die nicht durch die Atmoſphärilien umwandelbaren und nicht im Waſſer löslichen Beſtandtheile derſelben übrig geblieben ſind, wie dieſes z. B. bei allen Felsarten der Fall iſt, welche kieſelſaure Thonerde als vorragenden Beſtandtheil enthalten; dann ſind unter Hülfe des Waſſers dieſe Felsarten

in ganz andere Maſſen umgewandelt worden, welche auch durch das Waſſer in der Regel ganz andere Körperformen erhalten und auf mechaniſchem Wege die mannichfachſten Veränderungen erleiden. Oder geſchieht dieſes etwa nicht mit dem in Thon umgewandelten Porphyr und Granit? Wird nicht dieſes Zerſetzungsproduct vom Waſſer fortgefluthet, geſchlämmt und zur Bereitung theils von ausgebreiteten Thon-, Schieferthon- und Mergelablagerungen, theils von zahlreichen Conglomeraten und Sandſteinen verwendet? — Gewiß; in dieſer Weiſe hat alſo das Waſſer erſt auf chemiſchem Wege das Material geſchaffen, mit welchem es dann auf mechaniſchem Wege die verſchiedenartigſten Veränderungen an der Erdoberfläche hervorruft.

Weit in die Augen fallender und meiſt ſchon von ihrem Beginne an ſtärker hervortretend ſind dagegen die Veränderungen, welche das Waſſer durch ſein *mechaniſches* Wirken, alſo durch ſeine Schlämm-, Reiß-, Stoß- und Rollkraft, an den Maſſen der Erdrinde hervorbringt. Die durch dieſes *mechaniſche* Wirthſchaften hervorgerufenen Veränderungen nun ſind von doppelter Art:

a. Die Einen werden durch die mechaniſche Zerſtörung oder Zernagung und Auswaſchung vorhandener Erdrindemaſſen erzeugt und ſind als *Eroſionsbildungen* bekannt;

b. die Anderen aber beſtehen in *neuen Landesbildungen*, welche das Waſſer durch den bei den Eroſionsbildungen erhaltenen Stein- und Erdſchutt oder auch aus ſeinen gelöſten Subſtanzen aufbaut und im Allgemeinen als *Schuttbildungen* bezeichnet werden können.

Von dieſen vorherrſchend durch mechaniſches Einwirken des Waſſers auf die Erdrindemaſſen entſtehenden Eroſionsbildungen ſind nach dem Obigen wohl zu unterſcheiden diejenigen Schöpfungen deſſelben, welche es

a. einerſeits mit Hülfe des atmoſphäriſchen Sauerſtoffes und der Kohlenſäure *auf chemiſchem Wege* aus den feſten Maſſen der Erdrinde ſchafft, und welche als *Verwitterungsproducte* bekannt ſind;

b. andererſeits dadurch hervorruft, daß es die auf einem Erdgebiete lebenden Pflanzencolonien nach ihrem Abſterben zur Verkohlung anregt und hierdurch die *Torfbildungen* erzeugt.

Endlich ſind unter den Schöpfungen des Waſſers, vorzüglich des atmoſphäriſchen, noch diejenigen Bildungen zu nennen, *welche das Waſſer durch ſeine Erſtarrung hervorbringt*, und welche das Material liefern zu den über weite Strecken der Erdoberfläche oft in gewaltiger Mächtigkeit ausgebreiteten *Ablagerungen des ewigen Schnees und der Gletſcher*.

A. Eroſionsbildungen.

§. 39. **Weſen derſelben im Allgemeinen.** — Sowohl das tropfende, wie das fließende Waſſer vermag, ſobald ihm geeignete Angriffspunkte gegeben ſind, ſelbſt von den feſteſten Maſſen der Erdrinde Theile abzutrennen oder abzunagen, ſo daß im Zeitverlaufe früher zuſammenhängende Fels- und Bergmaſſen theils in ein Chaos von Blöcken und Steinſchutt zertrümmert theils ſo aus einander geſpalten werden, daß mehr oder minder breite Klüfte, Schluchten und Thäler zwiſchen ihnen zum Vorſcheine kommen.

Dieſe Eigenſchaft des Waſſers, von den Maſſen der Erdrinde immer größer werdende Stücke auf rein mechaniſchem Wege abzureißen und fortzufluthen, nennt man die Eroſionskraft des Waſſers. §. 39.

Wenn nun aber das Waſſer auf eine wirkſame Weiſe Erdrindemaſſen benagen ſoll, ſo muß ihm, wie oben ſchon bemerkt, an dieſen Maſſen ein feſter Angriffspunkt d. h. eine Stelle, von welcher aus es mit voller Kraft und nachhaltig wirken kann, gegeben ſein. Tropfendes und ſtürzendes Waſſer gräbt ſich ſelbſt ſeine Angriffspunkte, indem es ſich in die von ihm geſtoßene Fels- oder Bodenfläche ein Becken ſtampft, in welchem es ſich anſammelt, und von welchem aus es ſich in die vor dieſem Sammelbecken gelegene, ſchiefe Fläche einen Abzugscanal nagt; für fließende — zumal ſchleichende — Waſſer dagegen müſſen ſchon vorher Angriffspunkte vorhanden ſein, oder ſie müſſen Mittel (z. B. Steingerölle und Sand) beſitzen, durch welche ſie in den Stand geſetzt werden, die von ihnen benetzte Erdrindemaſſe anzuſchleifen. Sind die vom Waſſer benetzten Erdrindemaſſen aber erdiger Natur und ſchlämmbar oder gar lösbar, dann vermag ſie auch das langſam ſchleichende Waſſer anzunagen und wegzufluthen. —

Am ſtärkſten widerſtehen ſehr feſte, dichte und harte Geſteinsmaſſen der Eroſionskraft eines jeden Fließwaſſers, ja ſie würden vom Waſſer faſt gar nicht benagt werden können, wenn nicht die an jeder Felsmaſſe vorhandenen Abſonderungs-, Schieferungs- oder Schichtſpalten dem auf dieſe Felsmaſſen eindringenden Atmoſphärenwaſſer einen Haftpunkt gewährten, von welchem aus das Waſſer ſeine Angriffe ausführen könnte. Indem nemlich das in die Felsſpalten eindringende Waſſer während der kalten Jahreszeit zu Eis erſtarrt, dehnt es ſich ſtark aus und treibt nun die von ihm durchdrungenen Felsmaſſen um ſo mehr auseinander, je zahlreicher die Spalten ſind, welche die Felsmaſſen nach allen Richtungen hin durchſetzen. Die Folge von dieſem Wirthſchaften des Waſſers iſt eine Zerſprengung der Felsmaſſen, ja ganzer Berge, in ein wüſtes Haufwerk von Trümmern, welche nun ſchon das aus dem Eiſe entſtehende Waſſer weiter abſchleifen und auch wohl fortfluthen kann. Aber das in alle weiten und engen Felsritzen eindringende Waſſer führt auch wohl ſtets Sauerſtoff und Kohlenſäure mit ſich, mittelſt deren die Mineralmaſſen der Spaltenwände angeätzt, zerſetzt und in Subſtanzen umgewandelt werden, welche nun das Waſſer löſen und fortſchlämmen kann. Wenn nun auch dieſe Art der Felsabnagung nur ſehr langſam vorwärts ſchreitet, ſo kann ſie doch im Verlaufe der Zeiten eine bedeutende Erdrindemaſſe zerſtören, da ſie ja unaufhörlich vor ſich geht.

Froſt und Verwitterung, ja ſelbſt die Pflanzen — mögen es nun die Fels überziehenden Schaaren der Flechten oder die in alle Felsſpalten ſich eindrängenden Wurzeln der Bäume ſein — ſind demnach Potenzen, welche dem Waſſer vorarbeiten und ihm Angriffspunkte für ſein Wirthſchaften hervorbringen. —

Alles dieſes vorausgeſetzt, beſteht demnach das Weſen der Eroſion in drei auf einander folgenden Acten: Im erſten zerſtört das Waſſer vorhandene Erdrindeablagerungen, im zweiten laugt, ſchlämmt, ſchiebt und rollt

§. 39. es die losgerissenen Gesteinstrümmer von ihrer Bildungsstätte weg und im dritten setzt es dieselben da, wo seine Fluthkraft geschwächt oder gehemmt wird, wieder ab.

I. Die im ersten Acte der Erosion wirkende Zerstörungskraft des Wassers ist abhängig einerseits von der Höhe, aus welcher Wasser auf einen Gesteinspunkt auffällt, von dem Winkel, welchen seine Fließebene mit einer Horizontalen bildet und von der Menge des wirkenden Wassers, und andererseits von der mineralischen Beschaffenheit der angegriffenen Erdrindenmasse, sowie auch von der Art und Menge der in dem Wasser vorhandenen Steintrümmer. Im Allgemeinen lehrt in dieser Beziehung die Erfahrung:

a. für stürzendes Wasser:

1) Je größer die Höhe ist, aus welcher Wasser auf eine Gesteinsfläche herabstürzt, um so stärker ist die Wirksamkeit des Wassers; bei sehr großen Höhen kann auch eine geringe Wassermenge stark wirken.

2) Je freier Wasser herabstürzt, je weniger es also durch Felsvorsprünge in seinem Sturze gehemmt wird, um so stärker ist seine Stoßkraft.

b. für fließendes Wasser:

1) Je schiefer die Fließebene, um so mehr Reiß- und Nagekraft besitzt eine Wassermasse: fast horizontal schleichendes Wasser kann nur erdige Theile an den Seitenwänden seines Fließbettes ablecken, am ersten noch da, wo seine Ufer vorspringen.

2) Je unebener und blöckereicher die Sohle seines Fließbettes ist, um so mehr wird die Reißkraft eines Fließwassers geschwächt.

II. Die im zweiten Acte der Thätigkeit eines Gewässers stattfindende Transportirung der von ihm abgerissenen Erdrindetheile ist abhängig einerseits von der Art und Menge der von ihm transportirten Theile, andererseits von der Beschaffenheit und Neigung seines Fließbettes und endlich wieder von der Menge des Wassers. In dieser Beziehung lehrt die Erfahrung im Allgemeinen:

1) Erdige Theile, welche schlämmbar sind, trägt selbst schleichendes Wasser, welches eine Geschwindigkeit von 1 — 2 Zoll in der Secunde besitzt, noch weit, eben weil diese Theile sich in Folge ihrer feinen Zertheilung lange schwebend im Wasser erhalten;

2) Sandige Theile werden um so weiter getragen, je kleiner ihre Körner sind und je rascher die sie tragende Wassermasse fließt. Die Erfahrung lehrt, daß Wasser, welches eine Geschwindigkeit von 4 — 5 Zoll in 1 Secunde hat, feinen Sand, bei einer Geschwindigkeit von 6 — 7 Zoll in 1 Secunde aber noch groben und eckigen Sand transportiren kann.

3) Große Gesteinstrümmer werden nur von reißend oder halbstürzend fließendem Wasser weit getragen, zumal wenn das letztere nicht durch Unebenheiten der Sohle und zahlreiche Ufervorsprünge

in ſeinem Laufe gehemmt wird. So ſetzt das Fließwaſſer ſchon bei 2 — 3 Fuß Geſchwindigkeit in der Secunde ſeine zoll- bis eigroßen Gerölle ab.

III. Von den durch ein Fließwaſſer unter ſonſt günſtigen Verhältniſſen transportirten Schuttmaſſen werden

die Felsblöcke zuerſt und zwar in ſeinem mehr abſchüſſigen Gebirgsbette oder bei ſtarker, die Ufer ſeitwärts überſchreitender, Waſſerfluth zunächſt den Ufern,

die überkopfgroßen Gerölle in ſeinem ſanft geneigten Thalbette oder bei Ueberfluthung an den Ufern landeinwärts hinter den Blöcken,

die unterkopfgroßen Gerölle und der Grus in ſeinem nur wenig ſchiefen Vorlandsbette oder bei Ueberfluthung an den Ufern landeinwärts hinter dem Gerölle,

der feine Sand und Erdſchlamm in ſeinem faſt wagerechten Ebenenbette oder bei Ueberfluthungen landeinwärts hinter dem groben Sande

abgelagert.

Bei dieſem Allen iſt nun aber auch nicht zu überſehen, daß jedes Fließgewäſſer, ſo wie es erſt aus der ſtürzenden in die mehr gleitende Bewegung tritt, von der Sohle ſeines Rinnbettes ſo angezogen wird, daß ſeine Waſſermaſſe in zwei verſchieden ſchnell fließende Lagen abgetheilt wird, nemlich in eine *untere*, welche in Folge der Bodenanziehung *langſamer* fließt und darum ihre Sand- und Schlammtheile bald zu Boden ſinken läßt, und in eine *obere*, welche unabhängig von der Bodenanziehung *ſchneller* fließt und deshalb ihre Schlammtheile weiter trägt. In Folge dieſer verſchiedenen Geſchwindigkeit ihrer Waſſerſchichten in einem und demſelben Raume verlieren die Fließgewäſſer fortwährend von ihren feinen Sand- und Schlammtheilen, ſo daß innerhalb eines ſolchen Gewäſſers ein beſtändiger Regen von dieſen niederfallenden Schlammtheilen ſtattfindet, welcher — ähnlich einem Strichregen — immer in der Richtung des Fluſſes weiterzieht. Aber eben in Folge dieſer verſchiedenen Fließgeſchwindigkeit tragen eigentlich auch nur die oberen Waſſerſchichten eines Fließwaſſers ihren Schlammgehalt in weitere Entfernungen, während die unteren mehr zur Erhöhung ihrer Bettſohle beitragen.

Einen bedeutenden Einfluß üben endlich noch auf die Ablagerungsorte innerhalb eines Flußbettes einerſeits alle Ufervorſprünge und andererſeits die von der Sohle dieſes Bettes in die Höhe ragenden Körpermaſſen — ſeien es nun Blöcke, Mauer- oder Brückenpfeiler, untergeſunkene Baumſtämme oder auch Thierleichen — aus; denn ſie alle bewirken eine Stauung und hierdurch zugleich auch eine Schwächung der Tragkraft eines Fließwaſſers, in Folge deren ſich ſtets an derjenigen Seite dieſer Körper, welche gegen die Fließrichtung des Waſſers gewendet iſt, eine Sand-Schlammzunge bildet, welche immer höher wird und zuletzt ſelbſt als Inſel oder Halbinſel über den Spiegel eines Fließwaſſers hervortritt.

Wichtigere Arten der Eroſionsbildungen. — Wie ſchon angedeutet, §. 40.
ſo laſſen ſich alle die durch das Waſſer hervorgebrachten Eroſionsgebilde

einerseits nach der Art des sie bildenden Wassers in Regen-, Fließwasser- und Meeresgebilde, andererseits nach der äußeren Form ihres Auftretens in Auswaschungs-, Zusammenbruchs- und Aufhäufungsgebilde, von denen indessen die beiden letzten Arten wohl stets durch die Bildung der Auswaschungsgebilde erzeugt werden, indem sie meistens aus dem Schutte entstehen, welchen sich das Wasser erst durch die Zernagung von Erdrindemassen angeeignet hat, unterscheiden. Die wichtigeren dieser Erosionsgebilde sind nun folgende:

a. Schöpfungen des Regenwassers.

§. 41. Sie entstehen bei jedem Regenguße und erscheinen theils gleich während oder nach einem starken und lange dauernden Regenniederschlage, theils entwickeln sie sich erst nach und nach und treten oft erst nach jahrelangem Wirken des Regenwassers hervor. Zu den rasch, unter günstigen Verhältnissen schon nach einem einzigen Regenniederschlage bemerklichen Erosionsgebilden gehören vor allen die Regenschluchten (Karrenbildungen) und zum Theil auch die Erdpyramiden; zu den erst ganz allmählich hervortretenden Gebilden des Regenwassers sind zu rechnen namentlich die Höhlenbildungen, Felszerklüftungen, Felsformungen, Fels- und Bergeinstürze und Bergschlüpfe.

1) Die Wasser- oder Regenschluchten (Wasserrisse und Karrenfelder).

§. 41a. Ihre Hauptentstehungsgebiete befinden sich an den, mit lockerem Erdreiche, schüttigem Gesteine oder leicht erweich- und schlämmbaren Erdrindemassen bedeckten und nicht durch Wälder oder sonst eine fest zusammenschließende Pflanzendecke gegen Regengüsse geschützten Gehängen der Berge und Hügel, außerdem aber auch im Gebiete der aus mächtigen Sand- und Erdablagerungen bestehenden Ebenen an den beiderseitigen Ufern der sie durchschneidenden Flüsse. Ihren Hauptformen nach erscheinen sie als mehr oder minder tief in die Massen ihres Lagergebietes einschneidende und sich an ihren beiden Seiten vielfach verästelnde, Schluchten, welche an ihrer vorderen oder unteren Mündung am tiefsten und breitesten sind, dann von da aus nach ihrem hinteren oder oberen Ende hin immer mehr an Tiefe und Breite abnehmen, und dabei in der Regel namentlich in ihrer oberen Region eine sehr schmale, ja oft gar keine Sohle haben, indem ihre schroff abfallenden Seitenwände unter einem spitzen Winkel in der Tiefe der Schlucht unmittelbar zusammenstoßen. In dieser ihrer Hauptform gleichen sie einer horizontal ausgebreiteten Baumwurzel, von deren Hauptstamme seitwärts mannichfach verzweigte Aeste abgehen (Fig. 17).

Fig. 17.
Verästelter Wasserriß.

Was nun die Entstehungsweise dieser Regenschluchten betrifft, so ist darüber im Allgemeinen Folgendes zu bemerken.

Wenn auf einer geneigten Bodenfläche Regenwasser bergabwärts fließt und es gelangt auf derselben an eine Vertiefung — z. B. an eine durch Austrocknung des Bodens entstandene Erdspalte, an das Loch einer ausrissenen Wurzel oder eines Grenzsteines oder selbst an einen tief in den Boden eingreifenden Fußtapfen eines Pferdes oder Rindes —, so ergießt es sich in dieselbe so lange bis sie angefüllt ist, wobei es zugleich den Boden seines kleinen Sammelbeckens erweicht und schlammig macht. Nachfolgende Wasserrieſel überfluthen den untern oder vorderen Rand und nagen von demselben aus einerseits eine Rinne bergabwärts bis dahin, wo die abhängige Bodenfläche in eine horizontal vorliegende Ebene übergeht; andererseits aber nagen sie zugleich auch die obere oder hintere Wand ihrer Sammelgrube so aus, daß die zuerst vorhandene Bodenvertiefung weiter rück- oder bergaufwärts in die Bodenfläche einschneidet. Indem nun weiter nachfolgende Wasserrieſel oder auch später erfolgende Regengüsse ganz in derselben Weise, aber in Folge der immer tiefer werdenden Sammelgrube mit größerer Wucht, Stoß- und Schlämmkraft das Werk der ersten Regenrieſel fortsetzen, wird zunächst der abwärts von der Sammelgrube zur vorliegenden Horizontalebene ziehende Canal allmählich immer tiefer in den Boden eingeschnitten, so daß er zuletzt von der Sammelgrube aus fast senkrecht zur Vorebene abfällt (Fig. 18). Aber in weiterer Folge davon schneidet dann das weiter nachrinnende Regenwasser an den oberen Rand der Hinterwand seines Canales wieder eine Sammelgrube, mit welcher es dann wieder ebenso geht wie mit der ersten. Durch dieses Nagen aller weiter folgenden Regenniederschläge wird die angefangene Schlucht einerseits nach der vorliegenden Ebene so lange vertieft bis sie mit dieser in eine Ebene zu liegen kommt und andererseits nach der rückwärts von der Schlucht liegenden Landesmasse immer weiter eingeschnitten, bis sie am Ende an eine Gesteinslage gelangt, welche das Wasser nicht weiter wegnagen kann. Diese, unter dem Namen der Regenschluchten oder Wasserrisse bekannten und gefürchteten Bodenfortschlämmungen wachsen demnach rückwärts von den tiefer gelegenen Stellen einer geneigten Bodenfläche nach den höher gelegenen. Aber während diese Schluchten in der eben angegebenen Weise nach ihrer Längenausdehnung wachsen, wäscht das niederfallende Wasser auch die Seitenwände der Schluchten von ihren oberen Rändern aus, in der Weise weg, daß sie einerseits von diesen letzteren aus, wo das Wasser am stärksten abnagen kann, nach der Tiefe der Schluchten zu, und andererseits von den vordersten, unteren und am längsten vom Wasser benagten Theilen der Schlucht nach den hintersten, obersten und noch nicht lange benagten

§. 41a.

Fig. 18.

§. 41a. Theilen derſelben an Breite abnehmen. Und wenn nun bei dieſem Abſpülen der Seitenwände das Regenwaſſer an den oberen Rändern derſelben Vertiefungen findet, ſo gräbt es in ganz ähnlicher Weiſe wie bei der Hauptſchlucht von jeder dieſer Vertiefungen aus eine Seitenſchlucht, an deren Seitenrändern im Verlaufe der Zeit wieder Nebenſchluchten entſtehen, ſo daß nun in einem ſolchen Falle aus einer urſprünglich einfachen Schlucht eine vielfach verzweigte von der Geſtalt einer veräſtelten Baumpfahlwurzel entſteht und eine urſprünglich zuſammenhängende Bodenfläche in ein Netzwerk von Inſeln, welche von den einzelnen Regenſchluchtzweigen umſchloſſen werden, oder auch in ein Haufwerk von Hügeln, welche durch ſchmale Rücken unter einander verbunden ſind und einem Gebirgsrücken mit ſeinen ſeitlich abziehenden Nebenketten ähnlich ſehen, umgewandelt werden kann.

Am häufigſten finden ſich dieſe vor- und rückwärtswachſenden und ſich ſeitwärts verzweigenden Regenſchluchten auf pflanzenleeren, lockererdigen Bodenflächen, welche eine geneigte Lage haben, wie dieſes z. B. der Fall iſt an den ſanftgeneigten Plateauflächen der Berg- und Hügelländer. Aber ſie kommen auch in den nur ſehr wenig abfallenden Bodenflächen der Tiefländer da vor, wo dieſelben quer durch von Strömen durchſchnitten werden, und wachſen dann von derjenigen Uferſeite, nach welcher zu das angrenzende Land ſchief abfällt, oft ſehr weit und tief in das letztere hinein. Die großartigſten Waſſerriſſe dieſer Art treten nach Kohl (Reiſen in Südrußland. 3. Thl. S. 8 u. ff.) in den Steppen Südrußlands auf. „Die in dieſen Steppen auftretenden Waſſerriſſe nehmen gewöhnlich ihren Anfang an den ſchroff aufſteigenden Gehängen der Flußthäler, rücken von hier aus häufig bis auf eine halbe Meile weit in die angrenzende Uferebene hinaus und bilden 100 — 110 Fuß tiefe Einſchnitte, deren Gehänge ſo ſteil ſind, daß ſie ſelbſt der geſchickteſte Fußgänger nicht erklimmen kann. Dabei veräſteln ſie ſich häufig ſeitwärts in ſoviel Nebenſchluchten, daß das ganze Land umher in eine Menge ſchmaler, ſchroff anſteigender Hügelrücken und einzelner Kegelkuppen zerriſſen erſcheint.“

Indeſſen entſtehen dieſe Regenſchluchten auch im Gebiete der feſten, aus zuſammenhängenden Geſteinslagen beſtehenden, Erdrindemaſſen, ſo namentlich der thonigen Sandſteine, Schieferthone, Mergel und Kalkſteine.

1) Wenn wallförmige Kalkſteinberge entwaldet werden, dann erſcheinen ſie ſchon nach wenigen Jahren an ihren Seitengehängen ſo von parallel neben einander hinziehenden Regenſchluchten durchfurcht, daß ſie wie eine rieſige Dachfläche mit ſtark eingeſchnittenen Ziegelrinnen ausſehen. An den Muſchelkalkbergen des Hörſelthales bei Eiſenach ſehen dieſe pflanzenkahlen Muſchelkalkberge wie langgeſtreckte Rückgrate aus, an deren Seiten die Rippen ſtark hervortreten. An einem dieſer Berge (— am Hörſelberge bei der Eiſenbahnſtation Wutha —) zeigen ſich die Muſchelkalkſchichten ſo gehoben, daß ſie an der Höhe des Berges eine ſenkrechte Wand bilden, unter welcher dann die Mergelſchichten des Buntſandſteines als eine ſchief nach unten

abfallende Dachfläche hervortreten (Fig. 19). An den senkrecht abfallenden Muschelkalklagen konnte das Regenwasser nicht nagen, §. 41a.

Fig. 19.
Wasserrisse am Hörselberge.

weil es zu rasch an denselben abfloß, aber die Oberfläche der unter ihnen lagernden und sanft abfallenden Mergelschichten ist von zahlreichen, tief einschneidenden, Wasserschluchten so dicht besetzt, daß die zwischen je zwei dieser Schluchten liegenden Rücken scharfe Dächer bilden.

2) Ueberhaupt wirthschaftet das Regenwasser an den Thonmergelablagerungen, sobald dieselben keine lebende Pflanzendecke haben, weit stärker als an Kalk- und Sandsteinablagerungen. Wenn diese Mergelablagerungen verwittern, so zerfallen sie an ihrer Oberfläche in mehr oder minder tief in die Mergelmasse eindringende Lagen von kleinen, eckigen Stückchen und Blättchen, welche der Regen leicht abfluthet, dabei aber zugleich auch in die Mergelmasse so tief einschneidet, daß im Verlaufe der Zeit dieselbe in lauter abgerundete Rücken und Hügel zertheilt wird. In dem Keupergebiete bei Madelungen unweit Eisenach kann man diese wie Nebenketten von einem Gebirgskamme abziehenden Regenschluchten-Hügel ausgezeichnet schön sehen. Roth und blaugrün gebändert treten sie am Fuße des aus Keuper-

§. 41a. sandstein bestehenden Eichelberges hervor und sind erst seit dem Anfange des 19. Jahrhunderts dadurch entstanden, daß man die Eichenwälder des Eichelberges wegnahm und so die kahl gewordene Bergfläche den Einwirkungen allen Regens preis gab (Fig. 20).

Fig. 20.
Wasserrisse.

3) Wenn schief abfallende Kalkstein- und Mergelflächen aus senkrecht aufgerichteten und abwechselnd weicheren und härteren Schichten, z. B. aus Kalkstein und Thonmergel oder aus Kalk- und Thonmergel, bestehen, so schlämmt das Regenwasser alle die weicheren Zwischenschichten allmählich so weg, daß an ihrer Stelle sich oft tief eingreifende Rinnen bilden, zwischen denen dann die stehen gebliebenen harten Gesteinsschichten die Scheidewände bilden (Fig. 21). Auf diese Weise sind die sogenannten Karrenfelder oder Schratten entstanden, welche auf den Alpen (z. B. nach Studer am M. d'Antenre, Gemmi, Bättenalp am Faulhorn, Schratten, Bauen, Wegialp, Säntis, auf der Silbern im Kanton Schwyz u. s. w.) oft stundenlang geneigte Kalksteinflächen bald mit nur wenigen Linien, bald mit mehreren Zollen, ja selbst mit mehreren Fuß tiefen, parallel neben einander hinziehenden und durch zugeschärfte Zwischenwände von einander getrennten Rinnen bedecken. An nicht seltenen Stellen erscheinen nach Studer diese Rinnen sogar mehrere Klafter tief und mehrere Fuß breit eingeschnitten und mit Gras bewachsen, so daß die zwischen ihnen stehen

Fig. 21.
a. Kalkmergel. — b. Thonmergel.

gebliebenen Kalkwände sich wie niedere Mauern auf einer Wiese ausnehmen.

Soviel über die Entstehung und das Auftreten der unter günstigen Verhältnissen sich noch fort und fort bildenden Regenschluchten. Aber wie dieselben noch in der Gegenwart vom Regenwasser nicht bloß an den erdigen, sondern auch an den felsigen Erdrindemassen ausgenagt werden, so geschah dieses auch schon von dem Augenblicke an, wo die ersten Regenströme das aus dem Urmeere hervorragende Land benetzten. Da, wo die zu Fels erstarrten Massen desselben von Absonderungs- und Austrocknungsspalten zerrissen wurden, da, an deren Rändern, begann auch das Regenwasser sein Abnagungs- und Abspülungsgeschäft, so daß wir wohl annehmen dürfen, daß die ursprünglichen, nach bestimmten Richtungen hin von senkrechten Absonderungsspalten durchzogenen, horizontal ausgebreiteten Tafelländer erst durch das fortwährende Nagen des Regenwassers zu den abgerundeten Kuppenbergen und schmalgewölbten Bergrücken wurden, wie sie uns gegenwärtig entgegentreten, daß demnach wenigstens auch die meisten der Nebenthäler, deren Seitenberge horizontale Schichten zeigen, ursprünglich Regenschluchten waren, welche dann durch die in ihnen zu Tage tretenden Fließwasser weiter ausgebildet wurden. Für diese Ansicht sprechen allzusehr die Regenschluchtenbildungen im Gebiete der Keupermergel u. s. w.

2) Die Felsmauern.

An gar manchen Orten der Erdoberfläche treten aus dem — oft ganz ebenen — Boden oder auch aus fast wagerechten oder sanft geneigten Felsplateaus mehr oder minder hohe, ja hie und da sich bis zu 50 Fuß erhebende und 1 — 120 Fuß dicke, senkrechte Felsmauern hervor, welche in der Regel einen so regelmäßigen Bau besitzen, daß man sie für Werke menschlicher Kunst halten möchte. Auf diese Weise tritt an der nordwestlichen Seite des Lake Superior in Nordamerika aus einer Kalksteinterrasse eine 16 Fuß mächtige Basaltmauer hervor, welche aus lauter wagerecht liegenden, fest aneinander schließenden Basaltsäulen besteht und einige Aehnlichkeit mit einem aus lauter regelrecht zugehauenen Scheiten aufgebauten Holzstoße hat (Fig. 22). §. 41b.

Fig. 22. Basaltmauer am Lake Superior in Nordamerika.

In Nord-Irland, Schottland und auf den Hebriden bemerkt man ebenfalls ſolche, ſenkrecht aus ihrer Umgebung hervortretende, bis 40 Fuß hohe, Baſaltmauern (Dykes genannt), ja oft drei und mehrere, in beſtimmten Entfernungen parallel nebeneinander ſtehende, welche von den Irländern als Einfriedigungen ihrer Ländereien benutzt werden. An noch anderen Orten, z. B. in den Gebirgen von Lyon, treten zahlreiche, aus weißem Quarz beſtehende, 30 — 40 Fuß hohe Felswände aus dem Boden hervor, welche bald parallel zu einander ſtehen, bald ſich auch gegenſeitig unter rechten Winkeln mit einander verbinden.

Alle dieſe Felsmaſſen ſind ebenſo gut eine Schöpfung des Regenwaſſers, wie die ſchon beſchriebenen Felsformen. Wenn man nemlich das Bildungsmaterial ſowohl dieſer Mauern, wie der Erdrindemaſſen, aus denen ſie hervortreten, unterſucht, ſo wird man gewahr, daß die Mauern ſelbſt aus Mineralien beſtehen, welche vom Regenwaſſer entweder gar nicht oder doch nur ſehr wenig angreifbar ſind, während die Beſtandesmaſſen des ſie tragenden Bodens aus Erdkrume, Kalkſtein, Mergel, Schieferthon oder Sandſtein, alſo aus lauter Subſtanzen gebildet erſcheinen, welche ſich vom Regenwaſſer ſchlämmen oder auch ganz löſen und fortfluthen laſſen. Unterſucht man ferner die Verbindungsweiſe dieſer Mauern mit ihrer mineraliſchen Umgebung, ſo findet man ſie nicht auf der ſie ſcheinbar tragenden Bodenfläche ſitzen, ſondern in dieſelbe bis auf unerreichbare Tiefe hinab eindringen.

Da nun namentlich die Baſalte als Eruptionsproducte von Vulcanen bekannt ſind, ſo iſt daraus zu folgern, daß die Bildungsmaſſen dieſer Mauern aus dem Erdinnern durch Austrocknungsſpalten der Erdrinde empordrangen, dieſe Spalten ganz ausfüllten und nun allmählich zu feſtem Geſteine erſtarrten.

Hält man alles dieſes feſt, dann wird man ſelbſt zu dem Reſultate gelangen, daß die oben beſchriebenen Felsmauern nur dadurch entſtanden ſind, daß Regenniederſchläge im Verlaufe von Jahrtauſenden die Boden- und Geſteinsumhüllung jener vulcaniſchen Spaltenausfüllungen oberhalb und ſeitwärts der letzteren erweicht, geſchlämmt und weggeſpült haben, ſo daß dieſe, als vom Waſſer nicht angreifbare, Maſſen, mehr oder weniger hoch entblößt, über ihre Umgebung hervortreten mußten. *Es ſind demnach dieſe Felſenmauern nichts weiter als von ihrer Geſteinsumhüllung entblößte Gangausfüllungen.*

3) Die Erdpyramiden.

§. 41c. An den oberen Gehängen von Waldwegen, welche horizontal an Bergabhängen hinziehen und mehr oder minder tief in die aus ſteinigem Lehm beſtehende Bodendecke derſelben einſchneiden, bemerkt man ſehr oft, namentlich aber nach lang anhaltendem Landregen, unzählige vor, hinter und neben einander ſtehende, bald ganz frei vor dem Lehmabhange ſich erhebende, bald zur Hälfte mit demſelben verwachſene, 1 — 6 Zoll lange, Lehmſäulchen, deren jedes ein Steinchen auf ſeinem Kopfe trägt, wie man auf

§. 41c.

der beifolgenden naturgetreuen und lebensgroßen Skizze (Fig. 23) ſehen kann. Sie gleichen bald Obelisken, bald Pyramiden, und erheben ſich entweder ganz iſolirt aus dem Lehmbette oder hängen mit ihren Füßen unter ſich zuſammen. In der Regel ragen die vorderſten ganz frei aus ihrer Umgebung hervor, während die zunächſt hinter ihnen ſtehenden nur mit ihrer oberen Hälfte noch frei ſind und die hinterſten nur halb erhaben aus der lehmigen Hinterwand hervortreten, ſo daß ihre Rückſeite ſammt den auf ihnen ruhenden Steinchen noch mit der letzteren verwachſen erſcheint.

Fig. 23.
Erdpyramiden.

Dieſe Erdpyramidenwäldchen entſtehen auf folgende Weiſe: Das Regenwaſſer, welches von den Pflanzen am oberen Rande eines ſolchen Abhanges ſanft und leiſe herabrieſelt, nagt ſich durch ſeine Schlämmkraft erſt ſenkrecht am Abhange herunter ziehende Canälchen, bis es auf ein in der Bodenmaſſe eingebettetes Steinchen ſtößt. Von dieſem in ſeinem nach unten gerichteten Laufe gehemmt, rieſelt es ſtrahlig an deſſen Seitenrändern herab und ſchlämmt dabei das rings um den Stein befindliche weiche Erdreich nach und nach weg, während es die vom Steine bedeckte und gegen den Anprall des Regens geſchützte Erdmaſſe unberührt ſtehen läßt. Hierdurch wird ſchon durch das erſte Rieſelwaſſer eine halb aus dem Lehmabhange hervortretende Säule gebildet. Indem aber nun weiter alles nachfolgende Waſſer auch zuerſt das über und dann das hinter dem Steine befindliche Erdreich wegſchlämmt, tritt allmählich die Erdpyramide frei aus ihrer Umgebung hervor. So wird alſo jede einzelne Pyramide durch Wegſchlämmung der, einen Stein ſeitlich umhüllenden, und durch Stehenlaſſen der von ihm bedeckten Lehmmaſſe gebildet. Befinden ſich nun abwärts von einem Steine gerade in der Richtung, in welcher das Waſſer von ihm abfließt, abermals Steine, ſo werden unter dieſen ganz auf die eben beſchriebene Weiſe vom Waſſer wieder kleine Erdſäulchen geſchaffen. Dieſes Säulenbildungsſpiel wird ſich demnach ſo oft wiederholen, als das von Steinen abfließende Waſſer weiter abwärts wieder auf Steine ſtößt. Auf dieſe Weiſe werden alſo ſchon während eines einzelnen Regenguſſes ſo viel abwechſelnd über- und vor einander ſtehende Erdſäulchen oder Pyramiden entſtehen, als Steine aus der Oberfläche der Lehmmaſſe hervortreten, weil das

§. 41c. ſie bildende Waſſer den meiſten Fall und auch die größte Schlämmkraft hat; die oberſten und hinterſten dagegen am wenigſten und nur mit der vorderen Hälfte ihres Körpers aus der ſie bildenden Lehmwand hervortreten, weil bei ihrer Bildung das vom Abhange herabtropfende Waſſer noch zu wenig Stoß- und Schlämmkraft beſitzt.

So und nicht anders ſchafft das Waſſer an ſteinigen Lehmgehängen bei jedem Regenguſſe Wälder von zwerghaften Erdpyramiden und Erdſäulen. Aber was es hier mit ſchwachen, ſanft niederſchleichenden Waſſerrieſeln im Kleinen hervorbringt, das vollbringen und haben ſchon ſeit Jahrtauſenden vollbracht ſeine Bäche, welche von den Höhen herab in Klüfte und Buchten rauſchten, die mit wohl 100 und mehr Fuß mächtigen, zahlreiche Felsblöcke haltigen, Lehmlagern ausgefüllt waren. Wer dieſe großartigen Schöpfungen des Waſſers ſehen will, der muß in Südtirol die Umgegend Botzens und Merans beſuchen. Hier treten ihm die merkwürdigen Erdpyramiden von Lengmoos und Schloß Tirol in ihrer vollen Eigenthümlichkeit entgegen (Fig. 24). Bei dem erſtgenannten, eine Meile nördlich

Fig. 24.
Erdpyramiden bei Lengmoos unweit Botzen.

von Botzen gelegenen, Orte befindet ſich eine vom Finſterbach durchfloſſene Thalſchlucht. Das Innere dieſer Schlucht wird von einem Walde ganz eigenthümlicher Art bevölkert. Zehn bis ſechzig Fuß hohe, dünne und dicke Säulen und Obelisken von thoniger Erdmaſſe ſtehen bunt durch einander, wie die Bäume eines Waldes, hier ſo dicht, daß man nur mit

Mühe ſich zwiſchen ihnen durchzwängen kann, dort ſo entfernt, daß wohl ein Wagen zwiſchen ihnen fahren könnte, wenn nicht der Raum zwiſchen ihnen durch Hügel von Erdſchutt, Felsblöcken und wohl auch entwurzelten Bäumen unzugänglich gemacht würde. Und jede der Thonſäulen trägt auf ihrem Haupte bald einen unförmlichen Felsblock, bald einen Baum oder Strauch, wie eine Kopfbedeckung zum Schutze gegen die Meteorwaſſer. In der That ein ganz eigenthümlicher Wald, dieſer „Wald von Erdpyramiden," und in vieler Beziehung ähnlich dem Sandſteinwalde hinter der Baſtei bei Rathen in der ſächſiſchen Schweiz. §. 41c.

Wohl ſieht man, daß dieſe merkwürdigen Erdgebilde ein Werk des ſchlämmenden Waſſers ſind, daß namentlich der vielarmige Finſterbach das meiſte bei ihrer Bildung gethan hat, aber wie er, der jetzt in der Tiefe rauſchend nur den Fuß dieſer Erdobelisken annagt und ſo auswäſcht, daß ſein erſt mühſam in vielen Jahren geſchaffenes Werk wieder in Schutt zuſammenſtürzt — wie er ſie aufgebaut hat, das läßt ſich nur dann erklären, wenn man die oben geſchilderten, durch Regenwaſſer gebildeten Säulen beobachtet hat. Jedenfalls war dieſe Schlucht in längſt verſchwundener Vorzeit ganz mit Thon, welcher durch diluviale Waſſerfluthen in ihr zuſammengeſchemmt worden war, ausgefüllt und auf ihrer Oberfläche mit Felsblöcken beſäet; der Finſterbach aber floß auf der geneigten Oberfläche dieſes mächtigen Thonlagers und wurde eben durch die auf derſelben lagernden Felsblöcke in unzählige Arme zertheilt. Indem er aber jeden Felsblock umſchlängeln mußte, nagte und ſchlämmte er im Zeitverlaufe die zwiſchen den einzelnen Blöcken befindliche Erdmaſſe weg, während er den unter den Blöcken lagernden Thon unberührt ließ, ſo daß ſich derſelbe allmählich ſäulenförmig über ſeine Umgebung erheben mußte. Leichter als hier bemerkt man die Entſtehung dieſes eigenthümlichen Waldes in einem Lehmbruche hinter Schloß Tirol bei Meran. In dieſem Bruche, deſſen erdige Maſſe mit zahlreichen großen und kleinen Felsblöcken untermengt iſt, gewahrt man ebenfalls eine Menge von 10 bis 30 Fuß hohen, meiſt mit ihren Füßen zuſammenhängenden Lehmpyramiden, deren jede einen Felsblock oder auch wohl einen Strauch auf ihrem Haupte trägt. Die vorderen derſelben ſtehen ſo frei da, daß man wohl um ſie herum gehen kann; die zunächſt hinter ihnen ſtehenden aber ſind nur an ihrer oberen Hälfte ganz frei, während ihr Unterkörper noch mit der Lehmmaſſe des Bruches verwachſen erſcheint, und die hinterſten von ihnen treten nur halberhaben aus der die Hinterwand bildenden Lehmmaſſe hervor, während ihr Rücken ſammt dem auf ihnen ruhenden Felsblock noch mit derſelben verſchmolzen iſt.

Die beiden oben angeführten Beiſpiele zeigen wohl zur Genüge, welche Macht das Regenwaſſer ſchon durch ſeine Schlämmkraft auf die lockeren, leicht verſchiebbaren Beſtandesmaſſen unſerer Erdrinde ausüben kann; das Folgende aber wird nun zeigen, daß daſſelbe auch im Verlaufe der Zeit ſelbſt ſehr feſte Felsmaſſen auf die verſchiedenartigſte Weiſe formen und

In Nord-Irland, Schottland und auf den Hebriden bemerkt man ebenfalls solche, senkrecht aus ihrer Umgebung hervortretende, bis 40 Fuß hohe, Basaltmauern (Dykes genannt), ja oft drei und mehrere, in bestimmten Entfernungen parallel nebeneinander stehende, welche von den Irländern als Einfriedigungen ihrer Ländereien benutzt werden. An noch anderen Orten, z. B. in den Gebirgen von Lyon, treten zahlreiche, aus weißem Quarz bestehende, 30 — 40 Fuß hohe Felswände aus dem Boden hervor, welche bald parallel zu einander stehen, bald sich auch gegenseitig unter rechten Winkeln mit einander verbinden.

Alle diese Felsmassen sind ebenso gut eine Schöpfung des Regenwassers, wie die schon beschriebenen Felsformen. Wenn man nemlich das Bildungsmaterial sowohl dieser Mauern, wie der Erdrindemassen, aus denen sie hervortreten, untersucht, so wird man gewahr, daß die Mauern selbst aus Mineralien bestehen, welche vom Regenwasser entweder gar nicht oder doch nur sehr wenig angreifbar sind, während die Bestandesmassen des sie tragenden Bodens aus Erdkrume, Kalkstein, Mergel, Schieferthon oder Sandstein, also aus lauter Substanzen gebildet erscheinen, welche sich vom Regenwasser schlämmen oder auch ganz lösen und fortfluthen lassen. Untersucht man ferner die Verbindungsweise dieser Mauern mit ihrer mineralischen Umgebung, so findet man sie nicht auf der sie scheinbar tragenden Bodenfläche sitzen, sondern in dieselbe bis auf unerreichbare Tiefe hinab eindringen.

Da nun namentlich die Basalte als Eruptionsproducte von Vulcanen bekannt sind, so ist daraus zu folgern, daß die Bildungsmassen dieser Mauern aus dem Erdinnern durch Austrocknungsspalten der Erdrinde emporbrangen, diese Spalten ganz ausfüllten und nun allmählich zu festem Gesteine erstarrten.

Hält man alles dieses fest, dann wird man selbst zu dem Resultate gelangen, daß die oben beschriebenen Felsmauern nur dadurch entstanden sind, daß Regenniederschläge im Verlaufe von Jahrtausenden die Boden- und Gesteinsumhüllung jener vulcanischen Spaltenausfüllungen oberhalb und seitwärts der letzteren erweicht, geschlämmt und weggespült haben, so daß diese, als vom Wasser nicht angreifbare, Massen, mehr oder weniger hoch entblößt, über ihre Umgebung hervortreten mußten. Es sind demnach diese Felsenmauern nichts weiter als von ihrer Gesteinsumhüllung entblößte Gangausfüllungen.

3) Die Erdpyramiden.

§. 41c. An den oberen Gehängen von Waldwegen, welche horizontal an Bergabhängen hinziehen und mehr oder minder tief in die aus steinigem Lehm bestehende Bodendecke derselben einschneiden, bemerkt man sehr oft, namentlich aber nach lang anhaltendem Landregen, unzählige vor, hinter und neben einander stehende, bald ganz frei vor dem Lehmabhange sich erhebende, bald zur Hälfte mit demselben verwachsene, 1 — 6 Zoll lange, Lehmsäulchen, deren jedes ein Steinchen auf seinem Kopfe trägt, wie man auf

§. 41c. ſie bildende Waſſer den meiſten Fall und auch die größte Schlämmkraft hat; die oberſten und hinterſten dagegen am wenigſten und nur mit der vorderen Hälfte ihres Körpers aus der ſie bildenden Lehmwand hervortreten, weil bei ihrer Bildung das vom Abhange herabtropfende Waſſer noch zu wenig Stoß- und Schlämmkraft beſitzt.

So und nicht anders ſchafft das Waſſer an ſteinigen Lehmgehängen bei jedem Regenguſſe Wälder von zwerghaften Erdpyramiden und Erdſäulen. Aber was es hier mit ſchwachen, ſanft niederſchleichenden Waſſerrieſeln im Kleinen hervorbringt, das vollbringen und haben ſchon ſeit Jahrtauſenden vollbracht ſeine Bäche, welche von den Höhen herab in Klüfte und Buchten rauſchten, die mit wohl 100 und mehr Fuß mächtigen, zahlreiche Felsblöcke haltigen, Lehmlagern ausgefüllt waren. Wer dieſe großartigen Schöpfungen des Waſſers ſehen will, der muß in Südtirol die Umgegend Botzens und Merans beſuchen. Hier treten ihm die merkwürdigen Erdpyramiden von Lengmoos und Schloß Tirol in ihrer vollen Eigenthümlichkeit entgegen (Fig. 24). Bei dem erſtgenannten, eine Meile nördlich

Fig. 24.
Erdpyramiden bei Lengmoos unweit Botzen.

von Botzen gelegenen, Orte befindet ſich eine vom Finſterbach durchfloſſene Thalſchlucht. Das Innere dieſer Schlucht wird von einem Walde ganz eigenthümlicher Art bevölkert. Zehn bis ſechzig Fuß hohe, dünne und dicke Säulen und Obelisken von thoniger Erdmaſſe ſtehen bunt durch einander, wie die Bäume eines Waldes, hier ſo dicht, daß man nur mi

zermalmen kann, wenn dieselben nur Gemengtheile enthalten, welche sich vom Wasser allmählich erweichen und schlämmen lassen.

4) Die Steinwälder.

§. 41d. Wenn thoniger oder zartlehmiger Schlamm austrocknet, so ziehen sich bei der Verdunstung des Wassers, welches die einzelnen Krumentheilchen desselben von einander getrennt erhält, diese letzteren nach bestimmten Concentrationspunkten hin so zusammen, daß die ganze Schlammmasse von oben nach unten in lauter scharfkantige, vier- bis siebenseitige Tafeln oder Säulen zerplatzt und nun nach allen Richtungen hin von einem mehr oder minder regelmäßigen Spaltennetze durchzogen erscheint. Kommt dann kurze Zeit nachher ein sanfter, nicht lange andauernder Sommerregen, so setzt sich das Wasser desselben in dieses Spaltennetz und weicht und schlämmt alle von ihm benetzten Ecken und Kanten jener Tafeln und Säulen so ab, daß einerseits diese letzteren abgerundet, scheiben- oder cylinderförmig, und andererseits die zwischen ihnen befindlichen Spalten viel weiter werden.

Diese Erscheinung, welche man an jeder in den heißen Tagen des Sommers austrocknenden Schlammpfütze beobachten kann, macht sich nun auch an allen den Felsmassen bemerklich, welche erhärteten Thon zum Gemengtheil haben, so namentlich an allen Conglomeraten und feinkörnigen Sandsteinen mit reichlichem Thonbindemittel. Auch diese zeigen sich also in ihrer ganzen Masse, mag dieselbe auch Hunderte von Fußen mächtig sein, von oben nach unten durch bald schmale und kaum bemerkliche, bald weitklaffende und schluchtige Austrocknungsspalten in mehr oder minder mächtige, vier- und mehrkantige Säulenmassen abgesondert, wie man z. B. in Flußthälern, welche Sandsteingebirge quer und schroff durchschneiden, oder auch in großen Steinbrüchen dieser Gebirge beobachten kann. Was aber das Regenwasser an jenen obengenannten Thonsäulchen vermag, das konnte es auch im Verlaufe von Jahrtausenden an diesen riesigen Thonsandsteinpfeilern ausführen. In die zwischen ihnen befindlichen Ritzen und Spalten eindringend und daselbst sich festsetzend, erweichte und benagte es die Ecken und Kanten derselben allmählich so stark, daß die ursprünglich oft 4 bis 8 Fuß im Durchmesser haltenden, scharfkantigen Pfeilermassen zu seitlich abgerundeten, nach oben hin sich zuspitzenden Säulen, Obelisken, Nadeln oder Hörnern wurden, während die zwischen ihnen befindlichen, ehemals kaum bemerklichen Austrocknungsritzen, sich zu oft mehrere Fuß breiten Klüften erweiterten, welche dem in ihnen stehenden Wasser sammt seinem abgenagten Steinschlamme einen Abzug nach irgend einer Seite gestatten. Auf diese Weise hatte demnach das Regenwasser aus einem ursprünglichen, fest zusammenhängenden Sandsteingemäuer ein Labyrinth von bunt durcheinander stehenden, hier nur durch enge, kaum zu durchschreitende Klüfte getrennten, dort mehrere Fuß von einander entfernten, oft hundert und mehr Fuß hohen Säulen geschaffen, welche alle — wie die Bäume eines Waldes — aus einem gemeinschaftlichen Sandsteinboden hervortreten und in ihrem Auftreten einem Walde von Steinstämmen nicht unähnlich sehen, zumal wenn sie, wie das so oft der Fall ist, auf ihren Spitzen wirkliche Bäume tragen.

Wer diese sogenannten Steinwälder im großartigsten Maßstabe sehen

will, der beſuche entweder die ſich ſüdweſtlich vom Glatzer Gebirge zu beiden Seiten der Metau ausbreitende Quaderſandſtein-Terraſſe der Heuſcheuer, in welchem ſich der über alle Beſchreibung großartige, labyrinthiſche Steinwald von Adersbach ausbreitet, oder das von den Windungen der Elbe quer durchſchnittene und unter dem Namen der „ſächſiſchen Schweiz“ allbekannte Elbſandſteinplateau.

In dieſem letzteren findet man die prächtigen Steinwälder des Uttewalder und Rathener Grundes mit den merkwürdigen Felshörnern der ſenkrecht über die Elbe emporſteigenden, 922 Fuß hohen, Baſtei, von welcher aus man einen überraſchend ſchönen Ueberblick, namentlich über den Rathener Steinwald hat; ferner den allberühmten Steinwald im Bielagrunde (Fig. 25) u. a. m. Ueberall wird man in dieſen Gründen

Fig. 25.
Steinwald im Bielagrund.

die ſchönſte Gelegenheit haben, die oben erwähnten Schöpfungen des Regenwaſſers bewundern zu können. Wer ſich aber eine leichte Ueberſicht über alle dieſe Naturwunder verſchaffen will, der betrachte den gelungenen, bei Ernſt Arnold in Dresden erſchienenen Steindruck: „Die ſächſiſche Schweiz aus der Vogelperſpective geſehen.“

5) Die Felsruinen.

Wie in den eben beſchriebenen Fällen, ſo iſt nun überhaupt das Regen- §. 41e.
waſſer das Mittel, durch welches die unermüdliche Natur den ſtarr emporragenden, von Haus aus vermöge ihrer plumpen Außenflächen unſchönen, Felsgebilden eine maleriſche Form verſchafft, ſei es nun, daß das Regenwaſſer ſie gleich von vorn herein annagt und formt, wie ſo eben bei den thonigen Sandſteinen gezeigt worden iſt, ſei es, daß die Natur durch die gasförmigen Atmoſphärenſtoffe, Sauerſtoff und Kohlenſäure, erſt ihre Oberfläche und ihre Ecken und Kanten anätzt und in eine thonige Maſſe um-

§. 41c. wandelt, welche dann das weiter hinzutretende Regenwasser abschlämmt. Wer aber wollte alle, auf diese Weise entstandenen und sich noch fortwährend neu erzeugenden, bald anmuthig abgerundeten, bald wildzackig zerrissenen, bald einem gigantischen Menschenkopfe, bald einer zerstörten Mauer oder Burg (Fig. 26), bald auch dem riesenmäßigen Gebisse eines Raubthieres mehr oder weniger ähnelnden, Felsformen aufzählen! So phantastisch nun aber auch gar oft diese Felsgestalten aussehen, so sind sie doch

Fig. 26.
Dolomitfelsen am Rabenstein.

nach bestimmten Formungsgesetzen entstanden. — Es ist bekannt, daß jede breiartige, sei es schlammige, sei es geschmolzene, Erdrindenmasse bei ihrer allmählichen Austrocknung nach bestimmten Richtungen hin sich zusammenzieht, platzt und in Folge davon durch sogenannte Austrocknungsklüfte in lauter einzelne Theilmassen abgesondert wird. Schon recht deutlich kann man dieses an jeder austrocknenden Thonschlammpfütze beobachten. Aber bei ihr kann man auch schon bemerken, daß die Gestaltung der einzelnen Absonderungsstücke sich je nach den mechanischen Beimengungen des Thonschlammes verschieden zeigt. Eine reichlich mit innig beigemischtem Calcitpulver versehener Thonschlamm zerspringt bei seiner Austrocknung in lauter fast regelmäßige Hexagonalsäulen, während eine eben solche Schlammmasse, welche aber nur wenig Calcit enthält, sich in lauter rhomboëdrische Stückchen zertheilt, dagegen eine von Glimmer- oder Eisenglanzschüppchen durchdrungene Thonmasse in schiefe rhomboidische Säulen und Tafeln zerplatzt und ein von fein zertheilter Kohle innig durchdrungener Thonschlamm sich in Stengel oder, wenn die Kohle in zarten Blättchen auftritt, wie dieses beim Humus der Fall ist, in mehr oder minder rhombische Schieferplatten zerspaltet. Und wie bei dem Thonschlamme die in ihm vorherrschenden Beimengungen einen Einfluß auf die Absonderungsgestalten bei seiner Erstarrung ausüben, so *scheint bei den Massen der Felsarten der in jeder von ihnen vorherrschende Gemengtheil einen Einfluß auf die Formungsverhältnisse der Absonderungsmassen auszuüben*. Wenigstens spricht dafür,

die vorſtehenden Ecken und Kanten, ſo daß aus einer früheren Felſen- §. 41e.
mauer mit parallelen Wänden und wagerechter Oberfläche eine nach oben abgerundete, ballon- oder kugelähnliche Felsmaſſe wird; ſodann aber drängt ſich das Regenwaſſer in alle Abſonderungsklüfte ein und wäſcht an jedem einzelnen Abſonderungsſtücke die Ecken und Kanten ſo ab, daß aus Würfelmaſſen Kugeln und aus ſcharfkantigen Säulen und Tafeln Cylinder, Kegel und Linſenmaſſen werden. Indem nun aber durch all dieſes Abwaſchen die einzelnen Abſonderungsmaſſen am Umfange dünner werden, müſſen ſich natürlich die zwiſchen ihnen befindlichen Spalten immer weiter ausdehnen, bis zuletzt aus der früher compacten Felsmauer ein Labyrinth von iſolirt in die Höhe ragenden Rundſäulen und Kegeln entſteht, wie man an den berühmten Sandſteinwäldern der ſächſiſchen und böhmiſchen Schweiz bemerken kann (Fig. 25). — Ganz eigenthümliche Felsgebilde kommen hierdurch bei Sandſteinablagerungen, deren Sandſteinbänke durch mehr oder minder mächtige thonreiche Zwiſchenſchichten von einander getrennt ſind, zum Vorſchein; denn wenn das Waſſer eine zu oberſt liegende härtere Sandſteinſchicht zuerſt convex abgerundet hat und es rieſelt nun an derſelben abwärts zu einer weicheren thonreichen Zwiſchenlage, ſo höhlt es dieſe an ihrer Außenfläche ſo aus, daß ſie concav wird, während die unter ihr lagernde wieder härtere Sandſteinſchichte abermals convex wird. Durch alles dieſes werden Sandſtein- oder auch Kalkſtein-Abſonderungen in bisweilen menſchenähnliche Geſtalten umgewandelt, wie man unter anderen in der ſogenannten Pfälzer Schweiz in der Umgegend von Dahn bemerken kann (Fig. 31).

Fig. 31. Sandſteinfelſen bei Dahn in der bayeriſchen Pfalz (in der Abenddämmerung geſehen).

In ähnlicher Weiſe wirthſchaftet das Regenwaſſer an den Abſonderungsmaſſen der kryſtalliniſchen Felsarten, nur mit dem Unterſchiede, daß es bei dieſen ſich erſt durch die Kohlenſäure und andere Verwitterungsagentien vorarbeiten läßt und dann die durch ſie hervorgebrachten Verwitterungsproducte abwäſcht. Da nun aber, wie oben ſchon angedeutet worden iſt, bei den einzelnen kryſtalliniſchen Felsarten die Abſonderungsmaſſen in ihrer Formung verſchieden und charakteriſtiſch für die einzelnen Geſteinsgruppen erſcheinen, ſo werden nun auch die durch die Verwitterung und das Regenwaſſer geſchaffenen Felsgeſtalten für dieſe einzelnen Gruppen verſchieden ſein müſſen. In dieſer Weiſe werden alſo zum Vorſchein kommen:

§. 41c. dem Uebergange dieser Felsarten aus der flüssigen in die feste Form ihr Hauptgemengtheil die ihm zustehende Krystallgestalt auf die ganze von ihm beherrschte Felsmasse um so mehr auszudehnen strebte, je dünner und gleichmäßiger flüssig dieselbe vom Anfang war und je allmählicher sie erstarrte. — Anders ist es indessen bei allen denjenigen Erdrindemassen, welche sich aus dem Absatze von Schlamm auf dem Boden von Gewässern entwickelten. Diese konnten ihrer Entstehung gemäß zuerst nur wagerecht abgelagerte Bänke und Schichten bilden, welche erst lange nach ihrer Entstehung und nach der vollständigen Verdampfung oder Abfluthung des über ihnen stehenden Wassers austrockneten. Sie zeigen bei sonst nicht gestörter oder verschobener Ablagerung ganz ähnliche Absonderungsarten, wie die oben erwähnten Thonschlammmassen bei ihrer Austrocknung. Nur die Sandsteine, welche als erhärtete, mit Sandkörnern gleichmäßig untermengte, Lehmschlammmassen zu betrachten sind, zeigen in ihren einzelnen Bänken in Folge der gleichmäßig und senkrecht von oben nach unten stattfindenden, Austrocknung eine mehr oder minder regelmäßige Absonderung in kolossale Würfel und Parallelopipeden, woher es auch kommt, daß eine senkrechte Sandsteinfelswand das Ansehen einer Riesenmauer hat (Fig. 30). Wenn nun aber eine Sandsteinablagerung durch Zwischenlagen von erhärtetem Thon, Schieferthon oder Mergel in verschiedene Etagen abgetheilt erscheint, so zeigen sich die Würfelabsonderungen des Sandsteins gewöhnlich ungeregelt, weil die thonigen Zwischenlagen eine regel- und gleichmäßige Austrocknung der Sandsteinmasse verhindern.

Fig. 30.
Quadersandstein bei Schandau im Elbsandsteingebirge.

Diese Absonderungsverhältnisse der verschiedenen Erdrindemassen sind von dem größten Einflusse auf die verschiedenen Felsformungen, welche die einzelnen Felsarten wahrnehmen lassen; denn die zwischen den einzelnen Absonderungsmassen derselben befindlichen Klüfte und Spalten sind die Canäle, durch welche das Regenwasser in das Innere der Felsmassen sickert und nun theils durch sich allein theils unter Hülfe der Atmosphärengase unaufhörlich von den Massen der Felsmassen abnagt, theils bei seinem Erstarren zu Eis die einzelnen Absonderungsmasser aus einander reißt. Bei allen Felsarten, welche Thon zum vorherrschenden Gemengtheil haben, so namentlich bei den Sandsteinen, wäscht schon das Regenwasser für sich allein einen Theil nach dem anderen ab; es verschwinden zunächst alle

oder der Erderschütterungen aus ihrer Stellung und Lage herausgetrieben worden sind. Ist freilich dieses letztere der Fall, dann bilden sie alle ein Chaos von wild durch einander liegenden Blöcken.

6) Die Höhlenbildungen.

Die verschiedenen Ablagerungsmassen der Erdrinde umschließen nicht §. 41 f.
selten hohle Räume von verschiedener Form und Größe. Viele derselben sind schon bei der Austrocknung und Erstarrung der sie umschließenden Erdrindeablagerungen durch Zusammenziehung ihrer Massetheile entstanden, so alle Risse und Spalten; andere haben sich gebildet, indem die sie einschließenden Erdrindemassen durch starke Gasentwickelungen blasenförmig aus einander getrieben wurden, so gar manche eirunde oder linsenförmige Höhlen in der näheren oder ferneren Umgebung von Vulcanen; noch andere sind hervorgerufen worden durch den Zusammensturz von Felsmassen oder durch Umknickung von stark in die Höhe gehobenen Gesteinsschichten; endlich giebt es auch Höhlungen, welche dadurch entstanden sind, daß Flüsse oder die Wogen des Meeres Felsmassen mehr oder minder tief ausgewaschen haben (z. B. die blaue Grotte auf der Insel Capri und die so berühmte Fingalsgrotte an der basaltischen Insel Staffa). Aber wohl die meisten und größten der Höhlengebilde sind als Schöpfungen des Regenwassers zu betrachten und finden sich daher auch vorherrschend im Gebiete derjenigen Erdrindemassen, welche sich entweder vom Wasser, — sei es nun reinem, sei es Kohlen- oder Quellsäure haltigen, — lösen oder doch schlämmen lassen, also namentlich im Gebiete der Steinsalz, Gyps, Kalkstein, Dolomit, Mergel und Sandstein haltigen Formationen und in diesen vor allen des Gypses, Kalksteines und Dolomites. Wie nun diese Höhlen durch Regenwasser gebildet werden, das wird das Folgende lehren.

a. Wenn Regenwasser auf senkrecht oder schief niedersetzenden Klüften oder Schichtspalten durch Dolomite oder Kalksteine in der Tiefe zu Steinsalzablagerungen gelangt, so löst es dieselben allmählich auf, so daß im Zeitverlaufe ein hohler, mit Salzwasser gefüllter, Raum entsteht. Kann das in demselben befindliche Wasser sich nach unten oder den Seiten hin einen Abzugscanal nagen, so fließt es dann ab und hinterläßt nun eine Höhle von der Form des früheren Steinsalzlagers. In der Regel sind aber die Steinsalzlager von einer mehr oder minder mächtigen Anhydritablagerung umschlossen. Kann nun die durch das Wasser aufgelöste Steinsalzmasse auf unterirdischen Canälen rasch abfließen, so bestehen dann die Wände der hierdurch entstehenden Höhle aus Anhydritmasse, welche dem weiteren Wirthschaften des Wassers so lange Widerstand leistet, als sie durch Aufsaugen von Wasser noch nicht in leichter lösbaren Gyps umgewandelt worden ist.

Eine der merkwürdigsten Anhydrithöhlen der eben beschriebenen Art ist die Barbarossahöhle am südlichen Fuße des Kyffhäusers

§. 41e. 1) bei den feldspathreichen Felsarten, bei welchen im Allgemeinen eine rhomboidische oder rectanguläre Absonderung vorherrscht,

α. die Porphyre und porphyrartigen oder dichten Gesteine vorzüglich mehr oder weniger aufrechte, rectanguläre Säulenbildungen, welche durch Abnagung ihrer Ecken und Kanten seitlich abgerundet und nach oben zu zugespitzt erscheinen, so daß sie langgestreckten Kegeln, Pyramiden, Zähnen und Hörnern gleichen (Fig. 32 und 33);

β. die Granite und Syenite mehr schiefwürfelige und durch Abrundung ihrer Ecken und Kanten linsen- oder eiförmige Absonderungsmassen (Fig. 27);

Fig. 32.
Säulenabsonderung des Felsitporphyres im Lauchagrund am Inselsberg.

Fig. 33.
Porphyrsäulen im Druserthal am Thüringer Wald.

2) bei den glimmerreichen Felsarten, bei welchen die tafelförmige Absonderung herrscht, schiefe, rhomboidale Tafeln, welche durch Abnagung ihrer Ecken und Kanten rundliche Scheiben und flache Linsen;

3) bei den hornblendereichen Felsarten durch Abschleifung ihrer kurzen rhomboidischen Säulen wollsackähnliche Absonderungen;

4) bei den augitreichen Felsarten durch Abschleifung ihrer Säulen theils cylinderförmige, theils längliche oder kugelförmige Knollen (— zumal aus den Bruchstücken zerbrochener Säulen —).

Alle die im Vorstehenden angegebenen Felsformungen wird man indessen nur da in ihren ausgeprägten Gestalten wahrnehmen, wo sie noch nicht durch die Stürme der Atmosphäre und der Fluthen oder durch die zertrümmernde Gewalt des gefrierenden Wassers

sich ansammelnde Wasser löst von den Seitenwänden desselben fort- §. 41 f.
während Gypstheile ab, am Grunde des Schlotes, wo es sich ansammelt, mehr, als in seiner oberen Röhre, so daß allmählich ein keulen- oder bouteillenförmiger Höhlenschlauch entsteht. Indem nun aber das Wasser, welches sich bei jedem Regenguße in einem solchen Gypsschlote ansammelt, fort und fort — und zwar nicht bloß an den Seitenwänden, sondern auch an der Sohle desselben, — nagt, wird der ursprüngliche Schlot allmählich zu einer blasenförmigen Höhle, welche an ihren Wandungen bisweilen sehr deutlich flachere und tiefere, schmälere und breitere, ganz glatte Rinnenvertiefungen zeigt, welche deutlich die Richtung andeuten, in denen das Wasser von oben her an ihnen herabgeflossen und abgenagt hat. Nicht selten nagt sich das Wasser von der Sohle dieser Höhlen aus einen seitwärts abziehenden Canal, welchen es dann an seinem unteren Ende wieder zu einem Blasenraume erweitert. Auf diese Weise entstehen in einer Gypsmasse oft drei, vier und mehr Blasenhöhlen, welche unter einander durch schief nach unten ziehende, glatt ausgenagte, Stollen- oder Ganghöhlen verbunden sind, und von denen jede seitwärts höher als die andere liegt.

Eine kleine, aber höchst interessante Gypshöhle ist die Marienglasgrotte bei Reinhardsbrunnen am Nordabhange des Thüringerwaldes. Dieselbe ist jedenfalls entstanden durch allmähliche Auflösung eines Gypsstockes im Zechsteingebiete und war ehedem ringsum so abgeschlossen von der Außenwelt, daß nur durch die Klüfte des Deckengesteines Regenwasser zu demselben gelangen und einen Theil nach dem anderen von ihm auflösen konnte, so daß allmählich an seiner Stelle eine gesättigte Gypslösung entstand. Da nun aber eben in Folge voller Abgeschlossenheit die in der so entstandenen Blasenhöhle stagnirende Gypslösung keinen Abfluß fand, sondern nur durch ganz allmähliche Verdunstung ihr Wasser verlor, so behielten die in ihm gelösten Gypstheile Zeit genug, vollständig auszukrystallisiren und eine Riesendruse zu bilden, deren prachtvolle, labyrinthisch um einander gewundene, Gypsspathsäulen von allen Wänden nach der Mitte der Höhle zu eine dicke Krystallwand bilden.

b. Während so in der eben angegebenen Weise die Höhlen im Steinsalze, Anhydrite und Gypse durch die Lösungskraft des Regenwassers allein geschaffen werden, kann in dem Gebiete der Dolomit- und Kalksteinberge das Wasser nur mit Hülfe der Kohlen- und Quellsäure, welche es bei seinem Zuge durch den, mit Pflanzenzersetzungsresten wohl versorgten, Erdboden in sich aufnimmt, die Gesteinsmassen nach und nach zu Höhlungen verschiedener Art ausnagen. Es ist eine bekannte Thatsache, daß die bei weitem meisten und umfangreichsten Höhlen in Kalkgebirgen vorkommen, deren Gesteinsmasse von ihrer Oberfläche an bis tief in ihr Inneres stark zerklüftet ist, wie man es namentlich an den dolomitischen Kalksteinmassen der Grauwacke-, Steinkohlen-, Zechstein- und oberen Juraformation bemerkt; ebenso lehrt die Erfahrung, daß sich hauptsächlich in denjenigen dieser Höhlen die großartigsten Kalksinter- (Stalaktiten- und Stalagmiten-) Bildungen befinden, welche in ehemals an ihrer Oberfläche bewaldeten Bergen lagern; endlich weiß man auch, daß diese

§. 41 f. (Fig. 34). Die Gebirgsmaſſe, in welcher dieſe Höhle liegt, iſt ein durch zahlreiche Bitumenſtreifen regelmäßig ſchwarz geſtreifter Anhydrit.

Fig. 31.
Barbaroſſa-Höhle.

Die Decke der Höhle aber beſteht aus ſchalig abgeſonderten, von den regelmäßigſten Bitumenwellenſtreifen durchzogenen, krumm gebogenen und in Folge deſſen wie Häute in den Höhlenraum herabhängenden, 2—3 Linien dicken Gypslagen, welche dadurch entſtanden ſind, daß zunächſt die zwiſchen den Anhydritmaſſen befindlichen Bitumenlagen durch fortwährende Anſaugung von Feuchtigkeit ſich ſo ausdehnten, daß ſie einerſeits die Anhydritmaſſe in Schalen zerſprengten und andererſeits, da ſie durch die mit ihnen verwachſene Anhydritmaſſe an ihrer ſeitlichen Ausdehnung verhindert wurden, ſich ſelbſt wellenförmig hin und herkrümmten, ſodann aber die Anhydritmaſſe durch die ſie fortwährend umgebende Feuchtigkeit des Bitumens in Gyps umgewandelt wurde.

Wie in dieſem Falle durch Auswaſchung von Steinſalzlagern, ſo ſind wohl gar manche der jetzt noch im Gebiete der Gypsablagerungen vorhandenen Höhlen aus urſprünglicher Anhydritmaſſe entſtanden. Aber es bilden ſich in Gypsmaſſen auch noch auf eine andere Weiſe Höhlen von oft bedeutendem Umfange, wie dieſes unter anderen die großen, oft theilweiſe mit Waſſertümpfeln verſehenen, Höhlenzüge in den mächtigen, am Südrande des Harzes von Weſten nach Oſten ziehenden, Höhlen, z. B. von Ellers und Wimmelburg, zeigen. Wenn nemlich von Außen her, — ſei es durch Spalten und Schichtklüfte überliegender Geſteinsmaſſen, ſei es von der überhängenden Firſte dolomitiſcher Felswände — rieſelndes oder tropfendes Regenwaſſer lange Zeit hindurch immer auf eine und dieſelbe Stelle einer Gypsablagerung ſtößt, ſo nagt es ſich einen ſenkrecht immer tiefer in die Gypsmaſſe eindringenden, cylindriſchen Hohlraum (— einen ſogenannten Schlot —) aus. Das in dieſem Schlote

durch alle die prachtvollen, blaßweingelben oder blendendweißen Kalk- §. 41 f.
sintergebilde hervorbringt, welche bald in der Form von riesenhaften Zapfen (Stalaktiten) oder faltenreichen Fahnen und Vorhängen von der Höhlendecke herabhängen, bald als krystallinische Wandüberzüge (Sinter) das klüftige Höhlengestein verzieren, bald als Pyramiden und Säulenbildungen (Stalagmiten) von der Höhlensohle in die Höhe streben, als sollten sie die morsche Höhlendecke gegen den Einsturz stützen.

Der Verfasser dieses Werkes hat eine lange Reihe von Jahren hindurch die Bildung der Höhlen und ihrer Kalksinter beobachtet und die Resultate dieser Beobachtungen zum großen Theil schon in der Zeitschrift der deutsch. geolog. Gesellschaft, Jahrgang 1861 unter dem Titel: „Wanderungen und Wandelungen des kohlensauren Kalkes" (S. 267 u. ff.), dann auch in seinem Werke: „Die krystallinischen Felsgemengtheile" S. 375—377 mitgetheilt. Nach diesen und späteren Beobachtungen entstehen in Höhlen nur unter folgenden Bedingungen:

a. Stalaktiten d. h. von der Decke herabhängende Kalksintergebilde,

1) wenn die von Außen her zuleitenden Canäle einen spitzen Winkel mit der Decke und an ihrer Mündung vorspringende Ecken haben.

α. Ragt in diesem Falle nur eine Ecke vor und ist die zu dieser Ecke leitende Spalte schmal rinnenförmig, ähnlich wie die Hohlziegel eines Daches, dann bilden sich zackenförmige Stalaktiten;

β. Ragen aber an der Mündung einer Spalte eine Reihe von Ecken neben einander hervor und ist die Spalte so breit, daß das auf ihr herabrieselnde Bildungswasser sich ausbreiten kann, dann bilden sich auf ihr zuerst eine Reihe von Zackenstalaktiten, dann aber zwischen diesen eine Stalaktitenhaut, welche an ihren Seiten mit den Zacken verwächst und so eine Fahne oder einen Vorhang bildet, deren Faltenvorstöße durch die Zackenstalaktiten gebildet werden (Fig. 35);

Fig. 35. Vorhangs- oder Fahnenstalaktiten aus der Sophienhöhle in dem fränkischen Jura.

2) wenn die von Außen her zuleitenden Canäle zwar senkrecht niedersetzen, aber mit ihrer Mündung auf einen vorragenden Felsblock oder auf eine Seitenwand der Höhle stoßen:

α. Im ersten Falle entsteht ein Sinterstrom, welcher an seinem unteren Rande in einzelne Zacken ausfließt;

§. 41 f.

β. im zweiten Falle aber überzieht sich die Seitenwand der Höhle mit einem krystallinischen Sinterüberzuge.

b. Stalagmiten d. h. von der Höhlensohle in die Höhe wachsende Kalksinter,

1) wenn von den Stalaktiten bildenden Wassertropfen die an den Stalaktiten herabfließenden zu Boden sinken. In diesem Falle entsteht eine allmählich immer höher werdende Sintersäule, deren Spitze zuletzt mit dem von oben nach unten wachsenden Stalaktiten zusammenstößt und nun eine von der Sohle bis zur Decke der Höhle reichende Säule bildet, welche aber an der Verwachsungsstelle des Stalaktiten und Stalagmiten dünner und von da an nach unten und oben dicker erscheint.

2) wenn die von Außen her zuleitenden Canäle senkrecht in der Höhlendecke münden, so daß das sie durchsickernde Wasser nicht Zeit behält, seinen Kalk an der Decke abzusetzen. In diesem Falle bildet sich auf der Höhlensohle zuerst ein kreisförmiges, terrassenweise sich erhebendes Sinterpolster und dann über diesem eine nach der Höhlendecke hin dünner werdende Säule oder Pyramide.

Es sind hier nur die wichtigsten und die am häufigsten in Höhlen vorkommenden Sinterbildungen erwähnt worden. Diese, welche manchmal alle zusammen in einer und derselben Höhle vorkommen, geben indessen schon den Schlüssel zur Erklärung der übrigen Sinterformen, zugleich aber auch die Ursache an, warum in Höhlen, welche lauter senkrecht niedersetzende Zuleitungscanäle, viel zufließendes Wasser und eine schief abfallende und in tief eindringende Spalten sich verlierende Sohle haben, keine Sinter sich bilden können.

An diese Beobachtung aber reihen sich zugleich zwei andere, nemlich: unter welchen Verhältnissen werden die in Höhlen entstehenden Sinter aus Calcit oder aus Aragonit bestehen, sodann unter welchen Verhältnissen werden in Höhlen die schon begonnenen Stalaktitenbildungen in ihrer Weiterentwickelung aufhören?

Die eben beschriebenen Sinterbildungen bestehen entweder aus stengeligem oder strahlig faserigem Aragonit, wie man namentlich auf dem Querbruche derselben beobachten kann, oder aus rhomboëdrischem bis dichtem Calcit, bisweilen auch aus beiden Arten des kohlensauren Kalkes zugleich und dann in der Weise, daß der Kern derselben calcitisch, die um denselben befindlichen Lagen aber besonders nach der unteren Spitze zu aragonitisch sind. Im Uebrigen aber wird man auch noch finden, daß besonders die Stalagmiten aragonitisch sind, während der über ihnen befindliche Stalaktit calcitisch ist. Die Ursache von dieser Erscheinung liegt in der Entstehungsweise des Aragonites und Calcites. Wie allbekannt, entsteht aus einer Kalklösung Aragonit, wenn dieselbe sehr verdünnt ist oder bei einiger Concentration nur sehr langsam verdunstet. Denkt man sich nun zunächst eine concentrirtere, aber langsam verdunstende Lösung, so wird dieselbe einen aragonitischen Stalaktiten bilden: hat derselbe aber erst einen bedeutenden Umfang in Dicke und Länge erhalten, dann wird die an seiner Oberfläche herabfließende Lösung so stark vertheilt, daß sie weit schneller verdunsten und in Folge davon auf dem aragonitischen Stalaktiten eine calcitische Rinde bilden kann. Denkt man sich aber ferner, daß eine concentrirtere Lösung rasch verdunstet, so bildet sich ein calcitischer Stalaktit; wenn man aber die an ihm herabfließende Lösung unterwegs durch Absatz eines Theil ihres Kalkgehaltes weiter so sehr kalkarm wird, so wird sie auf der Sohle der Höhle einen aragonitischen Stalagmiten bilden. In ganz ähnlicher Weise verhält es sich mit den Sinterfahnen, deren Fahnenmasse oft aus Calcit besteht, während ihr Rand aus faserigem Aragonite zu-

ſammengeſetzt iſt (z. B. in der Dechenhöhle) und dadurch das Anſehen von Franſen erhält. §. 41 f.

Soviel über die Kalkſinterbildungen in Höhlen. Dieſelben werden ſo lange ſich fortentwickeln, als ihnen noch Kalk führendes Waſſer zugeleitet wird und demnach erſt dann in ihrer Weiterentwickelung ſtill ſtehen, wenn entweder das von der Bergoberfläche aus in eine Höhle eindringende Waſſer keinen Kalk mehr enthält oder ſich neue unterirdiſche, nicht mehr in der Höhle mündende, Abzugscanäle ausgenagt hat. Das Erſte, der Mangel an gelöſtem Kalk, wird aber eintreten, wenn das Waſſer ſchon auf ſeinen zur Höhle führenden Canälen den Kalk abgeſetzt oder durch dieſe Kalkabſätze ſich ſeine Abzugscanäle verſtopft hat, — oder wenn Kalkberge von ihrer Pflanzendecke ſo entblößt werden, daß ſie kein Material mehr zur Bildung von Kohlenſäure, quellſaurem Ammoniak — kurz von Kalklöſungsmitteln liefern können. Außerdem aber kann auch ein Mangel an Kalk eintreten, wenn ein von Waſſer durchrieſeltes Geſtein ſich ſo verändert, daß es dem Einfluſſe von Kohlen- oder Quellſäure führendem Waſſer widerſteht. Dieſes iſt z. B. der Fall bei allen Dolomiten. So lange dieſe noch dolomitiſche Kalkſteine d. h. Gemiſche von Kalkſtein und Dolomit ſind, geben ſie dem auf ſie einwirkenden Waſſer fortwährend Kalk zur Löſung und Bildung von — aragonitiſchen — Kalkſintern; haben ſie aber erſt allen beigemengten Kalk durch Auslaugung verloren, *ſind ſie mit anderen Worten erſt wahre Dolomite geworden, dann geben ſie dem Waſſer keinen Kalk mehr und dann hört auch die Stalaktitenbildung in Dolomithöhlen auf.*

Die bei weitem meiſten der Höhlen haben indeſſen jetzt nicht mehr die Form und das Anſehen, was ſie ehedem kurz nach ihrer Entſtehung beſaßen. Durch das fortwährende Nagen des Waſſers an den Spaltenwänden des Deckengeſteines der Höhlen wurde die Maſſe des letzteren ſo bröckelig, daß ſie ganz oder theilweiſe in die unter ihnen befindlichen Höhlenräume ſtürzte und hierdurch nicht nur dieſe letzteren oft in mehrere Kammern zertheilte oder ſo mit Steinſchutt beſetzte, daß aus früheren Sälen ſchluchtige Höhlengänge wurden, ſondern auch an der Oberfläche der Höhlenberge Felszuſammenſtürzungen (ſogenannte „ſteinerne Meere" z. B. in Weſtphalen bei Sundwich unweit Iſerlohn, in den Salzburger Alpen bei Berchtesgaden und auf dem rauhen Plateau des Karſt in Krain) und Erdfälle aller Art und Größe hervorrief. Aber nicht bloß das in den Spalten der Höhlenfelſen nagende Waſſer, ſondern auch Erdbeben oder Erderſchütterungen mancher Art wirkten auf die Veränderungen der Höhlenräume ein und zerdrückten oder verſchoben ſie ſo, daß manche früher neben einander liegende Höhlenhallen jetzt etagenweiſe übereinander lagern und manche früher am Grunde der Thäler mündende Höhlengänge ihren Eingang gegenwärtig hoch oben an ſteil ſich erhebenden Felswänden zeigen.

1) Unter Deutſchlands zahlreichen Kalkgebirgshöhlen, von denen allein in den deutſchen Alpen über 70, im fränkiſchen Jura über 30 (nach Andern über 40)

§. 41 f.

β. im zweiten Falle aber überzieht sich die Seitenwand der Höhle mit einem krystallinischen Sinterüberzuge.

b. Stalagmiten d. h. von der Höhlensohle in die Höhe wachsende Kalksinter,

1) wenn von den Stalaktiten bildenden Wassertropfen die an den Stalaktiten herabfließenden zu Boden sinken. In diesem Falle entsteht eine allmählich immer höher werdende Sintersäule, deren Spitze zuletzt mit dem von oben nach unten wachsenden Stalaktiten zusammenstößt und nun eine von der Sohle bis zur Decke der Höhle reichende Säule bildet, welche aber an der Verwachsungsstelle des Stalaktiten und Stalagmiten dünner und von da an nach unten und oben dicker erscheint.

2) wenn die von Außen her zuleitenden Canäle senkrecht in der Höhlendecke münden, so daß das sie durchsickernde Wasser nicht Zeit behält, seinen Kalk an der Decke abzusetzen. In diesem Falle bildet sich auf der Höhlensohle zuerst ein kreisförmiges, terrassenweise sich erhebendes Sinterpolster und dann über diesem eine nach der Höhlendecke hin dünner werdende Säule oder Pyramide.

Es sind hier nur die wichtigsten und die am häufigsten in Höhlen vorkommenden Sinterbildungen erwähnt worden. Diese, welche manchmal alle zusammen in einer und derselben Höhle vorkommen, geben indessen schon den Schlüssel zur Erklärung der übrigen Sinterformen, zugleich aber auch die Ursache an, warum in Höhlen, welche lauter senkrecht niedersetzende Zuleitungscanäle, viel zufließendes Wasser und eine schief abfallende und in tief eindringende Spalten sich verlierende Sohle haben, keine Sinter sich bilden können.

An diese Beobachtung aber reihen sich zugleich zwei andere, nemlich: unter welchen Verhältnissen werden die in Höhlen entstehenden Sinter aus Calcit oder aus Aragonit bestehen, sodann unter welchen Verhältnissen werden in Höhlen die schon begonnenen Stalaktitenbildungen in ihrer Weiterentwickelung aufhören?

Die eben beschriebenen Sinterbildungen bestehen entweder aus stengeligem oder strahlig faserigem Aragonit, wie man namentlich auf dem Querbruche derselben beobachten kann, oder aus rhomboëdrischem bis dichtem Calcit, bisweilen auch aus beiden Arten des kohlensauren Kalkes zugleich und dann in der Weise, daß der Kern derselben calcitisch, die um denselben befindlichen Lagen aber besonders nach der unteren Spitze zu aragonitisch sind. Im Uebrigen aber wird man auch noch finden, daß besonders die Stalagmiten aragonitisch sind, während der über ihnen befindliche Stalaktit calcitisch ist. Die Ursache von dieser Erscheinung liegt in der Entstehungsweise des Aragonites und Calcites. Wie allbekannt, entsteht aus einer Kalklösung Aragonit, wenn dieselbe sehr verdünnt ist oder bei einiger Concentration nur sehr langsam verdunstet. Denkt man sich nun zunächst eine concentrirtere, aber langsam verdunstende Lösung, so wird dieselbe einen aragonitischen Stalaktiten bilden; hat derselbe aber erst einen bedeutenden Umfang in Dicke und Länge erhalten, dann wird die an seiner Oberfläche herabfließende Lösung so stark vertheilt, daß sie weit schneller verdunsten und in Folge davon auf dem aragonitischen Stalaktiten eine calcitische Rinde bilden kann. Denkt man sich aber ferner, daß eine concentrirtere Lösung rasch verdunstet, so bildet sich ein calcitischer Stalaktit; wenn nun aber die an ihm herabfließende Lösung unterwegs durch Absatz einen Theil ihres Kalkgehaltes verliert, so daß sie kalkärmer wird, so wird sie auf der Sohle der Höhle einen aragonitischen Stalagmiten bilden In ganz ähnlicher Weise verhält es sich mit den Sinterfahnen, deren Fahnenmasse oft aus Calcit besteht, während ihr Rand aus faserigem Aragonite zu-

Oft — und namentlich dann, wenn vollſtändige Gerippe in einem erhärteten und aus Verweſungsſtoffen und Haaren beſtehenden Schlamme eingebettet liegen, — mögen dieſelben die ehemaligen Wohnſitze von denjenigen Thieren, (ſo vorzüglich von Höhlenbären und Hyänen), deren Gerippe man noch mehr oder minder wohl erhalten in den Höhlen findet, geweſen ſein; aber oft auch ſind dieſe Thierreſte durch Waſſerfluthen in die Höhlen geführt worden. Dieſes möchte hauptſächlich dann der Fall ſein, wenn dieſe Thierreſte ſehr zerſtückelt erſcheinen, von den verſchiedenartigſten Thieren abſtammen und bunt durch einander in einem, ſeinen ſämmtlichen Eigenſchaften nach anerkannten, Waſſerſchlamme eingebettet liegen, ganz abgeſehen davon, daß der Eingang zu ihren Grabſtätten ſo eng iſt, daß die ehemaligen Beſitzer dieſer Reſte ſich unmöglich durch denſelben durchzwängen konnten. Berühmt durch ihren Reichthum an Thierreſten ſind namentlich die ſchon oben genannten Höhlen Weſtphalens, ſo die Neanderhöhle, in welcher man auch Theile eines menſchlichen Scelets gefunden hat, die Sundwicher Höhle und die Röſenbecker Höhle; ferner die Baumannshöhle am Harze, die Altenſteiner Höhle am Thüringer Wald und die Lindenthaler Höhle bei Gera; endlich in dem fränkiſchen Jura die Gaileureuther und Sophienhöhle.

Bemerkung: Außer den ſchon bei der Beſchreibung der Gypshöhlen erwähnten Schlöten oder Orgeln, welche tropfendes Regenwaſſer in Gypsmaſſen ſtoßen, giebt es noch eine andere Art von ſenkrecht in eine Geſteinsmaſſe hineinreichende Cylinderhöhlen, welche eine oft bedeutende Größe beſitzen, aber, ſoweit die Erfahrung reicht, nicht vom Regenwaſſer, ſondern von Waſſerfällen, und bisweilen auch durch Gletſcherbrunnen, ausgenagt werden, weshalb ſie auch bei der Beſchreibung der durch Waſſerfälle hervorgebrachten Schöpfungen näher beſchrieben werden ſollen.

7) Erdfälle, Bergſtürze, Bergſchlüpfe.

Außer dieſen Aushöhlungen bringt nun das Regenwaſſer in den Maſſen §. 41g.
der Erdrinde noch eine große Zahl von Veränderungen hervor, durch welche oft die Geſtaltung oder das Relief ganzer Landesgebiete umgewandelt wird. Die am häufigſten vorkommenden und am meiſten in die Augen fallenden dieſer Veränderungen ſind folgende:

a. Erdfälle: Durch Auflöſung von unterirdiſchen Geſteinsmaſſen, ſo namentlich von Kalkſtein, Steinſalz und Gyps, entſtehen zunächſt Höhlungen. Wenn nun die Deckengeſteinsmaſſe dieſer Höhlungen mürb und zerklüftet iſt, ſo wird ſie theils durch ihr eigenes Gewicht theils durch den Druck der über ihr lagernden Erdrindemaſſen ſo ſtark niederwärts gepreßt, daß ſie am Ende in ihrem Mittelpunkte oder in der Mittellinie ihrer Schwere einknickt und in die unter ihr befindliche Höhle ſtürzt. Die hierdurch entſtehenden Einſtürze oder Einknickungen der Erdrinde nennt man Erdfälle. In der Regel bilden ſie eine becken-, trichter- oder muldenförmige, mehr oder weniger tiefe und umfangreiche und bald trockene, bald mit dem, vorher in der Höhle vorhandenen, Waſſer gefüllte, Vertiefung. Am häufigſten treten ſie in den Gyps- und Steinſalzlager enthaltenden Formationen, ſo namentlich in der Zechſtein-, Buntſandſtein- und Muſchelkalk-

§. 41g. formation, auf. Im Gebiete dieſer Formationen bilden ſie häufig mehr oder minder deutlich hervortretende Reihen, welche ſich in derſelben Richtung ausbreiten, wie die unter der Erde lagernden Gyps- und Steinſalzſtöcke ziehen, ſo daß ſie durch ihre Streichungslinie die unter ihnen lagernden Zonen der letzt genannten Geſteine verrathen. Dieſes iſt z. B. der Fall an der Nordſeite des nordweſtlichen Thüringerwaldes, wo ſie zwiſchen Eiſenach und Reinhardsbrunnen eine Schnur kleiner, theils mit moorigem Waſſer erfüllter (— ſogenannte Seelöcher oder Teufelskutten —), theils trockner (— ſogenannte Sandöhren oder Bouteillen —), trichterförmiger Bodenvertiefungen bilden; dann wieder weſtlich und ſüdlich von dieſem Gebirge im Werrathale, in welchem eine ſolche Erdfallſchnur genau in der Richtung des unterirdiſchen und zum Theile aufgelöſten Steinſalzlagers ſtreicht und unter anderen den neun Acker großen, ſehr tiefen und ſalziges Waſſer haltigen Hautſee mit ſeiner ſchwimmenden Inſel, ſowie den noch größeren Salzunger See mit ſeinen Salzquellen umfaßt. Und wie am Rande des Thüringerwaldes, ſo ziehen auch am Südrande des Harzes bis in die Umgegend von Mansfeld eine Reihe größerer und kleinerer Erdfälle den Gyps- und Steinſalzablagerungen der Zechſteinformation nach. Die meiſten dieſer Erdfälle entſtehen plötzlich und erreichen gewöhnlich ſchon in ihrem Entſtehungsmomente auch ihre Größe und Vollendung. Oft aber kommt es auch vor, daß dieſelben zuerſt eine ganz flache, kaum 1 Fuß tiefe, uhrglasförmige Bodeneinſenkung bilden, welche nur ganz allmählich an Umfang und Tiefe zunimmt, dann ſcheinbar ganz ſtill ſteht und endlich mit einem Male eine Tiefe von 12 — 20 Fuß erreicht. Häufig endlich geſchieht es auch, daß ſich zwei und mehrere, in einer Reihe liegende, trichterförmige Erdfälle durch Einſinkung ihrer noch vorhandenen Scheidewände zu einem einzigen Erdfalle vereinigen, welcher dann eine mehr oder weniger lange Mulde bildet, an deren langen Seitenwänden nicht ſelten noch die Ueberreſte der ehemaligen Scheidewände als mehr oder weniger weit in die Erdfallmulde hineinragende Vorſtöße zu bemerken ſind, — eine Erſcheinung, welche man nicht ſelten auch in den langgezogenen, muldenförmigen Thälern der Kalkbergländer beobachten, und welche wohl zu der Vermuthung führen kann, daß dieſe Thäler, auch wenn ſie noch ſo groß ſind, ihrer ganzen Beſchaffenheit nach nichts weiter ſind, als ehemalige, aber im Verlaufe der Jahrtauſende durch Regen- und Flußwaſſer weiter, tiefer und länger gewordene Erdfälle.

Es entſtehen indeſſen Erdfälle nicht bloß durch Auflöſung von unterirdiſchen Gyps- und Steinſalzablagerungen, ſondern auch durch den Einſturz des Deckengeſteins von Höhlen in den Kalkgebirgen, wie ſchon bei der Beſchreibung der Höhlenbildungen erwähnt worden iſt. Die chaotiſchen Haufwerke von Felsblöcken, welche unter dem Namen der Felſenmeere (— z. B. im höhlenreichen Kalkgebirge von Sundwich unweit Iſerlohn in Weſtphalen —) bekannt ſind, ſowie die zahlreichen Felstrichter und wie brandende

Wellen auf- und niedersteigenden und sich überstürzenden Felsschollen, welche als „steinerne Meere" auf den Hochplateaus der Salzburger Kalkalpen und des Karstes allbekannt sind und wirklich einige Aehnlichkeit theils mit der Oberfläche des Mondes theils mit steingewordenen Meereswogen haben, — sie alle sind weiter nichts als Erdfälle, welche durch das Zusammenknicken von klüftigen, brüchigen Kalksteinmassen in unter ihnen befindliche Höhlenräume entstanden sind. §. 41g.

Endlich aber können auch noch Felseinknickungen oder Erdfälle dadurch entstehen, daß Thonablagerungen, welche sich zwischen klüftigen Gesteinsschichten, — z. B. zwischen Schieferthon-, Sand- und Kalksteinbänken — befinden, durch eindringendes Regenwasser schlammig weich werden und nun den über ihnen lagernden Gesteinsmassen keine Stütze mehr gewähren, so daß diese abwärts einknicken und nun eine mehr oder weniger tiefe Mulde bilden. Ganz besonders häufig kommt diese Art von Erdfällen in den, aus den jüngeren und jüngsten Kalk- und Sandsteinformationen zusammengesetzten, Landesgebieten da vor, wo die Kalksteinschichten in mehrfacher Wechsellagerung mit mächtigen Thonschichten stehen und eine solche Ablagerung zeigen, daß das Regenwasser von den Seiten her zu den Thonlagern gelangen kann.

b. Bergschlüpfe. — Wie in dem eben angegebenen Falle Erdfälle oder Bergeinknickungen durch Schlammigwerden einer Thonunterlage entstehen können, so werden auch durch solche schlammig gewordene Thonzwischenschichten nicht selten mächtige Bergmassen bei stark geneigter Lage ihrer Gesteinsschichten ins Gleiten oder Schlüpfen gebracht und bergabwärts in die, ihrer Masse vorliegenden, Thäler oder Ebenen geschoben. Diese bergabwärts schiebenden Gesteinsschichten eines Berges bilden alsdann die gefürchteten Bergschlüpfe. Sie treten hauptsächlich in Gebirgsländern auf, deren Bergmassen aus abwechselnden Schichten von Kalksteinen oder auch Conglomeraten, Sandsteinen und mehr oder minder — bisweilen sogar über 100 Fuß — mächtigen Thonablagerungen bestehen, und zeigen sich dann, wenn diese Ablagerungsmassen eine solche Lage haben, daß sie an dem einen Abhange des von ihnen gebildeten Berges sehr schief gegen eine vorliegende Ebene abfallen, während sie an dem anderen, entgegengesetzten, Abhange dieser Berges abgebrochen erscheinen, so daß die Schichtenköpfe aller ihrer Ablagerungen bloßgelegt sind und unter einander hervortreten, etwa wie umstehende Figur 37 zeigt.

Bei solchen Ablagerungsverhältnissen kann das Regenwasser zu jeder einzelnen Thonschichte (bei c) gelangen und diese allmählich von Außen nach Innen hin so durchweichen, daß die über ihr befindlichen Sandstein- und Conglomeratbänke die feste Stütze verlieren und sich niederwärts senken. Da nun aber die einzelne Thonlage nicht gleich in ihrer ganzen Masse, sondern nur nach und nach von ihrem Kopfe (c) aus vom Wasser durchdrungen wird, so können viele Jahre vergehen, ehe die über ihr lagernden Gesteinsschichten ins Abwärtsgleiten gerathen; ja gewöhnlich geschieht es, daß ein

§. 41g. oder mehrere Jahre vor einem Bergſchlüpfe auf der Höhe eines ſolchen Berges die Geſteinslagen ſo weit als die Thonunterlagen

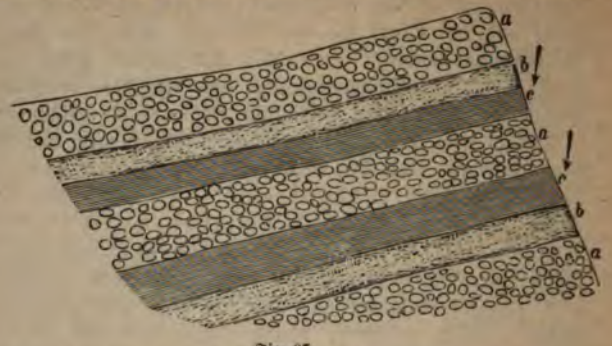


Fig. 37.
a = Conglomeratbänke. b = Sandſteinbänke. c = Thonſchichten.

ſchlammig geworden ſind, allmählich ſenkrecht niederwärts einknicken und dann plötzlich unter ſtarkem Krachen zu Schutt zuſammenbrechen und den unter ihnen befindlichen Thonſchlamm herausquetſchen, ſo daß wohl ein Schlammſtrom bergabwärts fließt. Indeſſen gerade ein ſolcher Geſteinseinbruch befördert dann die Bildung eines Bergſchlüpfes; denn einerſeits entſtehen durch dieſen theilweiſen Zuſammenbruch in der noch übrigen Conglomerat- oder Sandſteinbank eine große Menge von Spalten, durch welche das Regenwaſſer an vielen Stellen zugleich zu den Thonunterlagen gelangen kann, und andererſeits übt die ſchon zuſammengebrochene Geſteinsmaſſe einen ſtarken Seitendruck auf die noch vorhandenen Felsſchichten aus, ſo daß dieſe leichter und ſchneller ins Abwärtsgleiten gerathen müſſen. Bei dieſer Bewegung aber drängen und ſchieben einerſeits die oberen Theile der abwärts ſchlüpfenden Geſteinsmaſſe ſo ſtark auf die unteren, daß ſie ſich gegenſeitig zerdrücken und überwerfen, und andererſeits wird die bergabtreibende Geſteinsdecke durch die in der vorliegenden Ebene befindliche und mit ihr zuſammenhängende Erdrindenſchichte in ihrer Bewegung gehemmt. Durch all dieſes Hemmen und Drängen von oben und unten werden endlich die am unteren Gehänge des Berges befindlichen Geſteinsſchichten ſo zuſammengeſtauet, daß ſie wallförmig in die Höhe gequetſcht und am Ende unter donnerähnlichem Krachen in ein chaotiſches Haufwerk von Blöcken und ſtaubigem Schutt zerſtampft und umhergeſchleudert werden. Und jetzt erſt überſchüttet die noch übrige, obere Steindecke des Berges mit allen ihren Trümmern die vorliegende Ebene mit einem, oft mehrere hundert Fuß hohem, Grabhügel. So iſt die Entſtehung und Ausbildung der furchtbaren Bergſchlüpfe. Gefördert und beſchleunigt wird dieſelbe durch regenreiche Jahre und zahlreiche Klüfte, welche von der Oberfläche des Berges aus bis zu den Thonunterlagen reichen.

Solche Bergſchlüpfe ſind keineswegs ſeltene Erſcheinungen; am

augenfälligſten indeſſen treten ſie an den, von allen ſchützenden Wäl- §. 41g
dern entblößten und mit ſtark abfallenden Geſteinslagen der aus Conglomeraten, Sandſteinen und klüftigen Kalkſteinen beſtehenden, Voralpenbergen in der Schweiz und in dem Salzburg'ſchen hervor.

Einer der furchtbarſten Bergſchlüpfe kam am 2. September 1806 an dem, — früher 4800, gegenwärtig aber nur noch 3520 Fuß hohen, — Roß- oder Ruffiberge im Canton Schwyz vor. Dieſer Bergſchlüpf vergrub an dem genannten Tage das, an ſeinem ſüdlichen Fuße zwiſchen dem Zuger- und Lauerzer See gelegene, fruchtbare Goldauer Thal ſammt den 460 Bewohnern des Fleckens Goldau unter einer Steinſchuttdecke von 200 Fuß Höhe. „Schon am Morgen des 2. September bildeten ſich auf den Aeckern und Grasfluren des Thales große Spalten und Riſſe, und es entſtand ein gewaltiges Krachen der Tannen in den Wäldern am Roßberge. Gegen Mittag ſauſten große und kleine Felsblöcke mit donnerähnlichem Geräuſche durch die Luft, und die zwiſchen den Spalten befindlichen Erdmaſſen wurden mit der größten Gewalt in die Höhe gepreßt, ſo daß ſie ſich wallähnlich über ihre früheren Lagerorte erhoben und mit ihrer zerſtäubten Maſſe dunkle Wolken und das Thal verfinſternde Nebel bildeten. Gegen 2 Uhr Nachmittags endlich glitt und ſtürzte mit einem Male der ganze, dem Thale zugewendete Abhang des Roßberges mit ſeiner bewaldeten Bodendecke und all ſeinen Felsmaſſen unter einem ſo gräßlichen Krachen und Donnern, daß das Land ringsum auf weite Fernen hin erſchüttert wurde, und mit einer ſo reißenden Geſchwindigkeit in das Thal hinab und über den Flecken Goldau her, daß der letztere in wenigen Augenblicken verſchwand und von den unglücklichen Bewohnern deſſelben nur diejenigen gerettet wurden, welche weit von ihren Wohnungen entfernt gerade auf dem Felde beſchäftigt waren. Schon am Abend deſſelben Tages war auf dieſe Weiſe das herrliche Thal in eine wüſte Steinöde umgewandelt, welche von Art am Zuger See bis zum Lauerzer See reichte, ja von dieſem ſelbſt ein beträchtliches Stück ausfüllte" (Fig. 38). —

Fig. 38.
Bergſchlüpf von Goldau.

Gegenwärtig iſt von dieſem gigantiſchen Grabhügel Goldau's und ſeiner Umgebung das Wüſte, Chaotiſche ſchon ſtark verſchwunden; denn die Felsblöcke ſind verwittert und äußerlich von einer bunten Pflanzendecke verhüllt.

§. 41g. c. Schlamm-Murren. — Wie oben im Vorigen angedeutet worden iſt, ſo kann dadurch, daß eine Felsmaſſe ſich mit einem Male auf eine ſchlammig gewordene Thonunterlage niederſenkt, dieſe letztere aus ihrem Lagerorte herausgequetſcht werden, ſo daß ſie einen mehr oder minder ſtarken Schlammſtrom bildet, welcher ſich bergab wälzt und oft weit und breit die fruchtbaren Fluren der Thäler und Vorgebirgsebenen mit einer, alles Pflanzenleben erſtickenden, qualmigen, Schlammdecke überſchüttet. Dieſe, — in Südtirol unter dem Namen der Schlamm- oder Erdmurren oder auch kurzweg der Murren bekannten und gefürchteten, — Schlammſtröme bilden ſich indeſſen nicht bloß am Rande der Gebirge in Kalk- und Sandſteinbergen, ſondern auch — und zwar noch häufiger — in Gebirgen ſelbſt an Bergketten, deren Maſſe aus ſteil in die Höhe gerichteten oder fächerförmig ſtehenden Gneiß-, Glimmer- oder Thonſchieferſchichten beſteht.

Bekanntlich beſteht die Maſſe des meiſten Glimmer- und Thonſchiefers, ſeltener des Gneißes, aus parallel über einander liegenden, oft papierdünnen Schieferplatten, welche häufig an ihren Oberflächen ſo eben, glatt und ritzenlos ſind, daß kein Waſſertropfen an ihnen haften und dem gemäß ebenſowenig, wie der Sauerſtoff oder die Kohlenſäure, ſie annagen und zerſetzen kann. Ganz vorzüglich gilt dieſes dann, wenn die genannten Schieferarten horizontal oder überhaupt ſo abgelagert ſind, daß die Atmoſphärenſtoffe nur mit der Außenfläche ihrer Platten und Tafeln in Berührung kommen können. Jahrtauſende hindurch können unter dieſen Verhältniſſen die pflanzenkahlen Felsgehänge und Plateaus aller Verwitterung trotzen, ſo daß ſie immer eine friſche und glänzende Oberfläche zeigen. Wenn aber die Schieferlagen dieſer Geſteine ſo ſteil aufgerichtet ſind, daß ſich zwiſchen die Schichten- oder Schieferenden derſelben das Regenwaſſer mit Sauerſtoff und Kohlenſäure einſchleichen und in denſelben feſtſetzen kann, dann werden allmählich die inneren Schieferlagen in ihrer ganzen Maſſe in eine ſehr ſchlüpferige, ockergelbe oder braunrothe Thonmaſſe umgewandelt. Gar häufig ſieht dann ein ſolcher Schieferberg an ſeiner Oberfläche noch ganz friſch und unverwittert aus, während ſeine innere Maſſe ſo ganz und gar in Thon umgewandelt erſcheint, daß ſeine noch friſche Oberfläche kaum noch einige Fuß dick iſt. Iſt nun aber, nach vielleicht Jahrtauſende langem Nagen und Schlämmen, im Innern dieſer Schieferberge eine mächtige Thonſchichte entſtanden, ſo ſaugt dieſelbe auch alles, auf die Bergoberfläche gelangende, Regen- oder Schneewaſſer in ſich auf und wird dadurch allmählich in einen dünnen Schlamm umgewandelt, welcher ſich auf ſeiner abſchüſſigen Lagerebene immer weiter nach der unteren Region ſeines Lagerortes ſenkt und dadurch auf die daſelbſt ſchon vorhandene Thonſchlammmaſſe ſo ſtark drückt, daß dieſe nun wieder ihrerſeits, um dem Drucke auszuweichen, mit größter Gewalt gegen die noch vorhandene äußere Schieferwand des Berges drängt, bis ſie ſich am Fuße derſelben eine Spalte erbrochen hat und nun mit raſendem, weit ausſpritzenden, Strome dem Berginnern entquillt.

Da aber hierbei die noch vorhandene Schieferwand an der Bergoberfläche nicht bloß ihrer Unterlage, sondern auch ihres Fußes beraubt worden ist, so stürzt nun auch sie selbst in sich zu einem Haufwerke von Schieferschollen zusammen, welche der wüthende Schlammstrom mit sich fortreißt und auf allen Fluren der von ihm ereilten Thäler ausstreut. In höchstem Grade verderblich wird eine solche Schlammmurre, wenn sie sich in ein Thal ergießt, welches von einem wilden Gebirgsbache durchrauscht wird; denn dann schwillt der letztere zu einem reißenden Strome an, welcher die ihn erfüllenden Schlammmassen mit wüthender Gewalt weit fort in die fruchtbaren Vorthäler wirft und mit ihnen alles überdeckt, durchdringt und zerstört, was ihm in den Weg kommt. §. 41g.

In den von mächtigen Glimmerschieferbergen umgürteten Alpenthälern Graubündens, Engadins, Tirols, Salzburgs und Kärnthens sind schon in verschiedenen Zeiträumen solche Schlamm-Murren aus den Bergen hervorgebrochen und dann von den wilden Gebirgsbächen (Achen) weithin über die blühenden Wohnsitze der Menschen geschleudert worden. So gelangt man auf dem Wege von Meran nach Rissian im Passeierthale an eine Stelle, welche die Kellerbahn heißt. An diesem Orte ist im Jahre 1680 auf die oben beschriebene Weise eine Murre ausgebrochen und in Folge davon ein Berg so zusammengestürzt, daß sich ein weiter, kraterähnlicher Schlund (— ein sogenannter Tobel —) bildete, in welchem sich aller Schlamm zuerst ansammelte und dann in mächtigem Strom abwärts zur Passeier ergoß, welche ihn mit sich ins Etschthal bis Meran hin fortriß. Noch jetzt ist in diesem Tobel die Schlammfluth zu bemerken; in trocknen Jahren eingesunken und an der Oberfläche mehr oder weniger trocken, in nassen Jahren aber aufgequollen, schlammig und im Abflusse begriffen.

Aehnliche Schlamm-Murren, welche von den Gehängen der seitwärts das Etschthal einschließenden Glimmerschieferberge nach einem sehr starken Gewitter herabstürzten, überflutheten im Sommer 1868 die mit Weinpflanzungen bedeckte Thalfläche des oberen Etschthales dermaßen, daß diese sämmtlichen Pflanzungen und die anliegenden Häuser bis ans Dach ganz verschüttet wurden. *Ueberhaupt beschleunigen starke und oft wiederkehrende Gewittergüsse, wie überhaupt nasse Jahre, die Bildung dieser Schlammströme ungemein.* So sollen auch die gewaltigen Sümpfe des Pinzgaues nur dadurch entstanden sein, daß Schlammmurren und in Folge derselben entstandene Zusammenstürzungen der diesen Gau südlich begrenzenden Glimmer- und Thonschieferberge des hohen Tauern in einem nassen Sommer gegen Ende des vorigen Jahrhunderts einen gewaltigen Schuttwall quer durch das Pinzgauthal aufwarfen, so daß nun die Salzach sammt ihren Nebenbächen keinen Abfluß mehr hatte.

d. *Bergzersprengungen.* — Die bis jetzt betrachteten Bergzertrümmerungen werden lediglich durch die Lös- und Schlämmkraft des Regenwassers hervorgebracht. Aber dasselbe vermag auch Gesteinsmassen zu zersprengen, welche es weder lösen noch schlämmen kann. Dieses ist der Fall, wenn es sich *in Eis* umwandelt.

Es ist allbekannt, *daß Wasser in dem Augenblicke, in welchem es zu Eis erstarrt, sich mit einem Male so stark ausdehnt, daß es die von ihm erfüllten Gefäße zersprengt.* Was aber hier das gefrierende Wasser an seinen Gefäßen vollbringen kann, das führt es auch im Großen aus, sobald

es die zahlreichen Spalten, welche eine Felsmaſſe nach allen Richtungen hin durchziehen, erfüllt und dann zu Eis erſtarrt. Wenn nach regenreichem Sommer und Herbſt ſich alle die Spalten einer Fels- und Bergmaſſe mit Waſſer gefüllt haben und es tritt nun bei beginnendem Winter mit einem Male ein ſehr ſtarker Froſt ein, dann erſtarrt plötzlich die ganze Waſſermenge im Innern der Geſteinsſpalten zu Eis und dehnt ſich dabei mit ſolcher Vehemenz aus, daß die von ihr erfüllte Felsmaſſe unter donnerndem Krachen nach allen Richtungen hin zerſprengt wird. Aber noch ſtürzt ſie nicht auseinander, noch bleiben ihre einzelnen Trümmer ſcheinbar mit einander verbunden; denn das in ihren Spalten befindliche Eis bildet eine Art Kitt und hält dem gemäß dieſe Trümmer noch mit einander verbunden. Wenn aber nun beim beginnenden Frühjahre das Eis ſchmilzt, dann ſtürzt die ganze Felsmaſſe in ein wildes Chaos von Blöcken aus einander.

1) In Südtirol ſind ſchon ſeit den älteſten Zeiten an den daſelbſt auftretenden Kalkgebirgsketten gewaltige Bergſtürze vorgekommen. Der großartigſte derſelben aber befindet ſich an der Oſtſeite des Monte Baldo. Dicht hinter dem Orte Lizzana, eine halbe Meile von Roveredo im Etſchthale, breitet ſich eine ſo furchtbare Felſenwüſte aus, daß ſchon Dante ſie mit der Hölle verglich. Dieſes gefährliche Labyrinth von über einander gehäuften Felstrümmern, welches unter dem Namen der Slavini di S. Marco bekannt iſt, wurde nach der Fuldaiſchen Chronik im Frühjahre des Jahres 883 durch einen Einſturz des Monte Baldo erzeugt und war ſo mächtig, daß die Etſch in ihrem Laufe gehemmt und genöthigt wurde, ſich ein neues Flußbett zu ſchaffen.
2) In ähnlicher Weiſe ſtürzte im Druſerthal (am ſüdlichen Abhange des Thüringerwaldes) im März 1835 nach vorhergegangenem, ſehr kaltem Winter das obere Gehänge eines gewaltigen, in lauter würfelige Maſſen abgeſonderten, Granitfelſens in das Thal herab, nachdem man im Anfange des Januars beim Beginne der Kälte mehrere Tage lang ein donnerndes Krachen in dieſem Felſen gehört hatte.
3) An den Felſenküſten der ſchottiſchen Inſeln (Mull, Sky u. ſ. w.) treten die Wirkungen des gefrierenden atmoſphäriſchen Waſſers außerordentlich ſtark hervor. Soweit an dieſen Inſeln die felſige Küſte über den Meeresſpiegel hervorragt und der Atmoſphäre preis gegeben iſt, wird ſie in jedem Winter zertrümmert, während die unter dem Waſſerſpiegel befindliche Küſte unverſehrt bleibt.

Soviel über die durch das Regenwaſſer hervorgerufenen Veränderungen an den Maſſen der Erdrinde. Es ſind im Vorſtehenden hauptſächlich diejenigen Bildungen beſprochen worden, welche unter ſonſt günſtigen Verhältniſſen überall zum Vorſcheine kommen, am leichteſten zu beobachten und namentlich für die Erklärung vieler Geſtaltungs-Verhältniſſe, welche im Verlaufe der Jahrtauſende, ſeitdem überhaupt das Waſſer der Atmoſphäre die ſtarren Maſſen der Erdoberfläche benetzt, an dieſen letzteren zum Vorſcheine gekommen ſind, den Schlüſſel bieten.

b. Schöpfungen der Fließwaſſer.

§. 42. **Wirkungsweiſe der Fließwaſſer im Allgemeinen.** — Die wichtigſte Schöpfung des Regenwaſſers ſind die Quellen und durch ſie alle Fließwaſſer in und auf der Erdrinde. Wie daher das Regenwaſſer mit den

festen Massen dieser letzteren wirthschaftet, so thun dieses nun auch die §. 42.
Fließwasser, nur mit dem Unterschiede, daß ihr Wirken ein gewaltsameres und darum auch in seinen Schöpfungen schon vom Anfange an ein stärker hervortretendes ist. Nur die Quellwasser machen davon eine Ausnahme, indem diese hauptsächlich auf ihrem unterirdischen Zuge durch die Risse und Spalten der Erdrindemassen wirthschaften und das Schlämmungs-, Lösungs- und Zersetzungswerk im verstärkten Maße fortsetzen, was ihre Mutter, das Regenwasser, begonnen hat. Da bei der Beschreibung der Quellen (§. 11) dieses ihr unterirdisches Wirthschaften schon erwähnt worden ist, so kann es hier außer Acht gelassen werden. — Sowie nun aber die Quellen an die Erdoberfläche treten und von ihrem Austrittspunkte an auch gleich sich auf der letzteren fortbewegen, da beginnt auch schon ihr Wirken als Fließwasser.

Dieses Wirken der Fließwasser ist nun je nach der Art und Schnelligkeit ihres Laufes ein doppeltes: Ist ihr Lauf ein *stürzender*, dann zerstampfen sie nicht nur die Felsmasse ihrer Aufsturzstelle, sondern nagen auch die Felswand ab, welche sie während ihres Niedersturzes streifen; ist dagegen ihr Lauf ein mehr *gleitender*, sich auf einer sanft geneigten oder fast wagerechten Ebene hinziehender, dann benagen sie hauptsächlich die Wände ihrer Seitenufer, greifen jedoch auch, zumal bei großer Wassermenge und auf einer stark geneigten Fließebene die Sohle ihres Bettes an. Man muß hiernach unterscheiden *Schöpfungen des stürzenden* und *Schöpfungen des gleitenden und schleichenden Fließwassers*.

a. Erosionsbildungen der stürzenden Fließwasser oder Wasserfälle.

Das von schroff abfallenden Berggehängen oder von Felswänden nieder- §. 43.
sinkende Wasser stürzt entweder mit freiem Falle d. h. ohne die Bergwand zu berühren zur Tiefe, oder es behält das Berggehänge zur Fließebene. Im ersten Falle stürzt es mit der vollen Gewalt seiner Wassermasse herab auf die von ihm getroffene Stelle der Erdoberfläche; im zweiten dagegen wird seine Sturz- und Stoßkraft umsomehr durch die Anziehung seiner Fließebene geschwächt, je mehr diese letztere von der Senkrechten abweicht oder je spitzer der Winkel ist, welchen sie mit einer Horizontalebene bildet. Außerdem aber übt einerseits noch die Sturzhöhe und die Menge des stürzenden Wassers und andererseits die Größe und Menge der vom stürzenden Wasser mit fortgeführten Felstrümmer, sowie die Natur der vom Sturzwasser geriebenen Gesteinsmassen einen großen Einfluß auf die Wirksamkeit des letzteren aus.

a. *Die Riesentöpfe, Schlöte oder Orgeln.* — Unter allen den eben genannten, das stürzende Wasser in seiner Wirkungskraft beeinflussenden, Potenzen ist vorzüglich die Höhe, aus welcher ein Wasser herabstürzt, und die Natur der Felsmasse, welche seine Fließebene bildet, zu beachten. Bei sehr hohem Sturze vermag selbst tropfendes Wasser die von ihm gestoßene Felsfläche umsomehr zu zerstampfen, je schneller seine Tropfen auf einander folgen und je leichter sich die Masse einer Felsfläche zerstampfen oder schlämmen läßt. Unter diesen Verhältnissen kann schon das von einer oben scharf vortretenden

§. 47. Felsarten abtreffende Regenwasser auf einer, aus thonigem Sandsteine, Schieferthon, Mergel, erdigem Kalkstein oder Gyps bestehenden, Felsfläche mit der Zeit immer tiefer werdende Löcher einfressen. Wie auch schon im vorigen Paragraph bei der Beschreibung der Gypshöhlungen bemerkt worden ist, so zeigen sich z. B. in dem Gypsfelsen von Kittelsthal, 1 Meile östlich von Eisenach, solche vom Regenwasser gestoßene, Schlöte, unter denen einer 10 Fuß (3 1/2 Meter) tief, 2 Fuß breit und kreisrund ist, an seinen inneren Wänden senkrecht und auch spiralig gestreift erscheint und auf seinem Grunde ganz abgerundete Dolomitgerölle enthält. Die senkrechten Streifungen, welche nicht neben einander hinziehende, zarte und mit schwarzer Erde ausgekleidete, Rinnen bilden, sind offenbar durch das von allen Seiten in den cylindrischen Schlot geflossene Regenwasser entstanden. Daß aber die Cylinderhohlung kreisrund und namentlich nach ihrem Grunde hin spiralig gewundene Rinnen an ihren Wänden besitzt, verdankt sie einerseits dem Wasser, welches durch das fortwährend von oben her nachstürzende Wasser in dem Felscylinder oder Schlote in eine hüpfende und dann spiralig kreisende Bewegung gesetzt wird, (— wie man in jedem cylindrischen Glasgefäße, in welches man aus einer bedeutenden Höhe Wasser schüttet, bemerken kann —), und andererseits den mit dem Wasser in den Cylinder gerathenen Sandkörnern und Felstrümmern, welche von dem Wasser in eine ebenfalls spiralig kreisende Bewegung gesetzt werden und hierdurch nicht bloß sich selbst gegenseitig abschleifen und abrunden, sondern auch in die von ihnen fortwährend geriebenen Felswände des Cylinders in der Richtung ihrer kreisenden Bewegung um so stärkere Rinnen einritzen, je schärfere Ecken und Kanten sie anfangs besaßen. — Die in einem stürzenden Wasser vorhandenen scharfkantigen Steintrümmer verstärken überhaupt die zerstampfende oder bohrende Kraft desselben so, daß selbst von geringen Höhen herabstürzende oder auch auf geneigten Felsflächen herabfließende Wasser da, wo sie aufstürzen, durch die kreisende Bewegung dieser Steintrümmer, zumal wenn diese recht hart sind, selbst in harte, zähe Felsarten, wie z. B. in den Granit oder Gneiß, eine mit der Zeit immer tiefer werdende, kreisrunde, an ihren Wandungen spiralig gerinnelte, Cylinderhöhle einbohren, welche in der That oft eine große Aehnlichkeit mit einem künstlichen, durch einen riesigen Schraubenbohrer verfertigten, Loche hat. Die größten und merkwürdigsten dieser Cylinderhöhlen, welche man Riesentopfe oder Riesenkessel nennt, kommen in Norwegen, hauptsächlich bei Christiania, vor. Die daselbst auftretenden Höhlungen dieser Art kommen nach Brögger und Reusch („Riesenkessel bei Christiania" in der Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft 26. Bd. 4. Heft, S. 783 u. ff. Jahrgang 1874.) sowohl im Meeresniveau wie auch in ansehnlichen Höhen über demselben vor und haben die Gestalt bald eines Kessels bald eines mehr oder weniger cylindrischen, oft nach unten sich erweiternden Schlauches. Unter den el bei Kongshavn im Gneiß am Fuße einer senkrechten,

30 Fuß hohen Felswand (Fig. 39) nahe bei einander liegenden, § 43
Riesenkesseln kommen einige vor, welche bei 16 Fuß Tiefe an ihrer kreisrunden Mündung einen Querdurchmesser von 5 Fuß haben, vom Boden aufwärts bis zu 6 Fuß Höhe an ihrer Wandung eine deutliche Spiralriefung zeigen und auf ihrem Boden vollständig abgerundete, bis fußgroße, vorherrschend aus Gneiß und Syenit bestehende, Gerölle (Reibsteine) besitzen. Sie sind ihrer ganzen Erscheinung nach höchst wahrscheinlich Producte von ehemaligen Wasserfällen, welche von höher gelegenen Gletschern abflossen und Moränenblöcke mit sich führten. — Indessen nicht bloß in Scandinavien, sondern auch in den meisten deutschen Gebirgen kommen diese Riesentöpfe vor. Der Bodekessel im Harz ist nichts weiter als ein kolossaler Riesentopf. In den Alpen zeigen sie sich an vielen Orten, und zwar meistens unter Verhältnissen, daß sie nur durch ehemalige Wasserfälle gebildet werden konnten. Interessant sind sechs solcher Riesentöpfe auf der Alpe Glüm nahe am Berninapasse im Oberengadin. Sie schneiden 3 bis 4 Fuß tief in den daselbst lagernden Gneiß ein, haben einen Querdurchmesser von 8 bis 10 Zoll und sind vollständig cylindrisch. Da sie sich auf einer sanft geneigten, die schönste Gletscherstreifung tragenden, Felsfläche befinden, so ist es wahrscheinlich, daß sie sich zu einer Zeit, wo die genannte Alpe noch von einem Gletscher bedeckt war, auf dem Grunde von sogenannten Gletscherbrunnen gebildet haben, indem das in diesen cylindrischen Gletschereislöchern befindliche Wasser mit Hülfe des ebenfalls in demselben vorhandenen Felstrümmers die unter dem Gletscher liegende Felsmasse angebohrt hat. — Sehr interessant sind auch die Riesentöpfe, welche sich in dem sogenannten „Gletschergarten" bei Luzern in der Schweiz zeigen. Es sind ihrer 16 von verschiedener Weite und Tiefe, meist 2—3 Meter tief und 1—3 Meter weit. Sie befinden sich im Molasse-Sandstein auf einer Felsfläche, welche zahlreiche von Norden nach Süden ziehende Gletscherschliffe zeigt, so daß man schon beim ersten Anblicke dieser Töpfe zu der Ansicht gelangt, daß auch sie

Fig. 39.
Riesentöpfe bei Christiania, nebst senkrechtem Durchschnitt eines solchen, dessen Grund mit Gerölle angefüllt ist.

§. 43. Wie schon erwähnt, so geht dieses Aushöhlen der Fließwand eines Wasserfalles noch am schnellsten vor sich, wenn das Gestein, aus welchem diese Wand besteht, ein leicht zerstörbares ist. Besteht es z. B. aus Mergel, Schieferthon oder bindemittelreichem Sandstein, so saugt es sich voll Wasser und wird dann nicht bloß vom Wasser abgeschlämmt, sondern auch durch das Eis im Winter zersprengt. Es kann aber auch vorkommen, daß die Unterlage eines Wasserfalles aus hartem, schwer zerstörbarem Gesteine besteht und das Wasser selbst in freiem Falle zu Boden stürzt, und daß trotzdem durch das Wasser eine immer weiter zurückschreitende Schlucht in seine Felsunterlage gestoßen wird. Dieses kann da vorkommen, wo die vom Fließwasser benetzten Erdrindemassen horizontal lagern und zu oberst aus festen, schwer angreifbaren Gesteinsschichten, darunter aber aus leicht zerstörbaren Schieferthon- oder Mergelschichten und dann zu unterst wieder aus harten, schwer zerstörbaren Gesteinsmassen bestehen. Wenn in diesem Falle die Gesteinsablagerungen eine senkrechte Wand bilden, über welche ein Wasserfall frei herab und auf eine schwer zerstörbare Unterlage stürzt, dann wird sein aufstürzendes Wasser unaufhörlich zurückspritzen und dabei die aus leicht zerstörbaren Gesteinsschichten bestehende Felswand nicht bloß auswaschen, sondern auch fortschlämmen, so daß an ihrer Stelle eine immer tiefer rückwärts in ihre Masse eindringende Höhlung entsteht, in welche dann die zu oberst lagernde und fortwährend von der, auf ihr hinströmenden, Wassermasse niederwärts gedrückten Gesteinsschichte niederstürzt. Daß aber hierdurch die ursprüngliche Sturzwand weiter zurückschreitet, ist wohl klar. Am instructivsten zeigt dieses alles der Niagarafall in Nordamerika, dessen Zurückschreiten nach Hall und Lyell jährlich einen Fuß beträgt (Fig. 41); ebenso der Rheinfall bei Schaffhausen, welcher allmählich immer weiter zurückschreitet, bis er endlich die Uferwand des Bodensees durchnagt haben und dann den Abfluß des ganzen Sees herbeiführen wird.

Fig. 41. Niagarafall.
a. Kalkstein. — b. Schieferthon und Mergel. c. Sandstein.

Das stürzende Wasser setzt stets da, wo es in die gleitende Bewegung übergeht, oder wo es in ein stehendes Wasser fällt, seinen Steinschutt ab. Da nun, wo dasselbe in freiem Sturze auf eine felsige Unterlage fällt, reißt es denselben auch wieder weg und zerstreut ihn in seinem weiteren Fließbette; da aber, wo es in ein stehendes Wasser sich ergießt, setzt es zu beiden Seiten seines Einflusses einen allmählich immer höher werdenden und immer weiter nach dem Innern des Stehwassers vordringenden, sanft abfallenden, Schutthügel ab, welcher auf seinem Rücken horizontal geebnet

im Verlaufe von Jahrtauſenden zu den großartigſten Schluchten und Thälern Veranlaſſung geben. Wenigſtens ſprechen dafür alle die Thalbildungen, in deren allmählich anſteigendem Hintergrunde noch ein mehr oder minder ſtarker Waſſerfall niederſtürzt, und unter denen die 300 engliſche Meilen lange, mit 3000 bis 5000 Fuß hohen, faſt ſenkrechten Felswänden verſehene, Colorado-Schlucht (— Colorado Cañon —) in Californiens Hochebene wohl die großartigſte iſt. In Fig. 40 iſt der Theil derſelben, in welchem der Sevier- §. 43.

Fig. 40. Waſſerfall des Sevier-Fluſſes im Bullion Cañon im Colorado-Gebiete.

fluß einen Waſſerfall bildet, und welcher der Bullion Cañon heißt, abgebildet.

maſſe mit fortgefluthet werden. Vorzüglich gilt dieſes von allen ſandigen und ſchlammigen Beimengungen: Je größer die Menge dieſer iſt, umſomehr nimmt die Geſchwindigkeit einer fließenden Waſſermaſſe ab.

6) Endlich iſt aber auch nicht außer Acht zu laſſen, daß die Geſchwindigkeit eines Fließwaſſers nicht in allen Theilen ſeiner Maſſe gleich groß iſt; denn in Folge der Anziehung von Seiten der Ufer und der Sohle ſeines Bettes können diejenigen Theile ſeiner Waſſermaſſe, welche in den ebengenannten Stellen ſeines Bettes fließen, ſich nicht ſo raſch bewegen, als die von Ufer und Sohle entfernteren, in der oberen Region des Fließwaſſers befindlichen. Die Folge von dieſer verſchieden großen Geſchwindigkeit in den verſchiedenen Theilen einer Fließwaſſermaſſe iſt, daß ſie von den in ihrem Waſſer befindlichen Gerölle-, Sand- und Schlammmengen zuerſt diejenigen niederfallen läßt, welche ſich in den am Ufer oder auf der Sohle befindlichen Waſſerſchichten befinden, woher es auch kommt, daß immer in dem Winkel, welchen die Ufer mit der Bettſohle eines Fluſſes bilden, und in welchem das Fließwaſſer am ſtärkſten angezogen wird, die ſtärkſten Geröll- und Sandablagerungen zu bemerken ſind.

Alles dieſes vorausgeſetzt, äußert ſich nun die Wirkungsweiſe eines Fließwaſſers

1) in der Ausgrabung einer Fließrinne oder eines Flußbettes, wodurch es zum Bildungsmittel von Schluchten und Thälern wird;

2) in der Transportirung von Fels- und Erdſchutt und

3) in der Ablagerung des transportirten Schuttes.

Mit der erſten Thätigkeit ſchafft ſich das Fließwaſſer nicht nur ſein Flußbett, ſondern auch das Material, mittelſt deſſen es einerſeits ſeine Fließrinne erweitert und zur Schlucht und zum Thal erweitert, andererſeits den Raum ausgräbt, in welchem es ſeinen Schutt ablagert.

1) Das Fließwaſſer als Bildungsmittel von Schluchten und Thälern.

§. 45. **Allgemeines.** — Sobald das Waſſer ſeine Quellmündung verläßt, fließt es in Folge der Erdanziehung bergabwärts und gräbt ſich bei ſeiner Fortbewegung in Folge des Druckes und der Reibung, welche es auf ſeine Unterlage ausübt, eine Rinne in die letztere, welche um ſo ſchneller und ſtärker nach der Tiefe zu wächſt, je größer die ſich vorwärts bewegende Waſſermaſſe iſt, je geſchwinder ſie fließt und je leichter das Bildungsmaterial, aus welchem ſeine Fließebene beſteht, auszunagen oder auszuſchlämmen iſt. Oft muß es dann im weiteren Verlaufe ſeiner Wanderſchaft ſich ſeine ganze Fließbahn überall erſt ſelbſt durch Ausnagung der Erdrindemaſſen ſchaffen; oft aber findet es auch in den letzteren ſchon eine Spalte, in die es ſich ergießt, und die es dann durch weiteres Ausnagen nach den Seiten und der Tiefe hin für ſeine Waſſermenge zurecht

erſcheint und, wenn das Stehwaſſer einen Abzugscanal hat, beim Sinken der Waſſermaſſe des letzteren an ſeinen ſanften Gehängen abgeſtuft erſcheint. In Folge der fortwährend ſtürzenden Bewegung der Waſſerfälle vermögen die von ihnen abgeſetzten Schuttmaſſen ſich nicht nach den Geſetzen der Schwere über einander abzulagern, ſondern nur eine, aus groben Geröllen, Sand und Erdſchlamm bunt durch einander gemiſchte, conglomeratähnliche Ablagerung zu bilden, wodurch ſie ſich von den in Stehgewäſſern durch Fließwaſſer gebildeten Schuttablagerungen unterſcheiden.

β. Eroſionsbildungen der eigentlich fließenden oder gleitenden Gewäſſer.

§. 44. Wenn der Neigungs- oder Fallwinkel der Fließebene eines Sturzgewäſſers bis zu 20° herabſinkt, dann nimmt das über ihr ſich hin bewegende Waſſer nur noch bei ſehr ſtarker Waſſermenge den Charakter eines ſtürzenden Waſſers an, dann bildet es ſchon ein eigentliches, gleitendes Fließwaſſer, ſei es nun einen Bach oder einen Fluß.

Die Größe oder Stärke der Wirkungsweiſe eines ſolchen eigentlichen Fließwaſſers oder Fluſſes hängt nun ſtets von der Geſchwindigkeit ab, mit welcher ſich daſſelbe auf ſeiner Fließebene fortbewegt. Dieſe Fließgeſchwindigkeit aber iſt nun — wie ſchon im §. 39 angedeutet worden — wieder abhängig einerſeits von dem Fallwinkel oder Gefälle der Fließebene, von der Oberflächenbeſchaffenheit dieſer letzteren und von der Breite und Form der Fließrinne, ſowie andererſeits von der Waſſermenge des Fluſſes ſelbſt.

1) Je ſchroffer das Gefälle, deſto größer iſt die Geſchwindigkeit eines Fluſſes.
2) Je unebener die Fließebene iſt und je mehr aus ihr große Felsvorſprünge hervorragen, umſomehr hemmt ſie den auf ihr ſich fortbewegenden Fluß.
3) Je breiter ein Fließbett iſt, umſomehr kann ein Fluß ſeine Waſſermaſſe in die Breite ausdehnen, umſomehr wirkt dann aber auch die Reibung an der Bettſohle, umſomehr nimmt alſo ſeine Geſchwindigkeit ab. Umgekehrt aber wird überall da, wo ſein Fließbett ſich verengert, ſeine Fließgeſchwindigkeit in dem Maße zunehmen, in welchem ſich das Fließbett verengert;
4) denn die Geſchwindigkeit eines Fließwaſſers iſt um ſo größer, je ſtärker ſeine Waſſermenge iſt. Wenn nun eine auf weiter Fläche ausgebreitete Waſſermenge in ein engeres Fließbett dringt, ſo muß nothwendig die vorher ausgebreitete Waſſermaſſe ſich in demſelben concentriren, drängen, aufhäufen und nun mit größerer Geſchwindigkeit fortbewegen; daher auch die Stromſchnellen, welche ſich überall da in einem Fluſſe bilden, wo deſſen Bett ſich verengert. — In Gebirgen, ſo namentlich den Alpen, können kleine Bäche durch ſtarke Gewittergüſſe oder durch ſtarken Schnee- und Eisſchmelz zu reißenden, wild daher ſtürmenden, alles zerſtörenden Gebirgsſtrömen (oder „Achen“) werden.
5) Beeinträchtigt und vermindert kann dagegen die Geſchwindigkeit eines Fließwaſſers werden durch alle feſte Körper, welche von ſeiner Waſſer-

§. 46. kollernd fließt (Linie bc) und eine Stromschnelle bildet, und endlich im Hintergrunde der Schlucht eine steil oder schroff ansteigende (Linie cd), in welcher das Wasser stürzt und einen Wasserfall bildet. Durch weiteres Wirthschaften des Wassers wird indessen der mehr oder weniger scharf hervortretende Winkel zwischen der mittleren und unteren Fließregion so verwischt, daß der Grund der Thalschlucht von der Wasserfallregion aus zu einer sanften Curvenfläche wird.

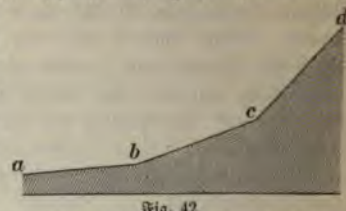


Fig. 42.
Die drei Fließregionen des erodirenden Gewässers.

So ist im Allgemeinen die erste Bildungsstufe eines durch Fließwasser entstandenen Thales. Die schnellere oder stärkere Entwickelung desselben, sowie auch seine weitere Ausbildung hängt dann weiter einerseits von der Natur und der Ablagerungsart der vom Wasser zu durchnagenden Erdrindemassen und andererseits von der Mächtigkeit und Fließgeschwindigkeit des auf diese letzteren einwirkenden Wassers ab.

Wenn nun in der eben beschriebenen Weise an den beiden Abhängen einer Gebirgskette zwei sich gerade gegenüberliegende Thäler entstehen, welche sich nach dem Rücken dieser Kette hin verlängern, so werden am Ende, wenn durch den Verwitterungsproceß, Frost und Regen die Masse des Rückens immer mehr zerstört und fortgeschlämmt wird, die beiden entgegengesetzt liegenden Thäler sich in ihrem Hintergrunde immer mehr nähern und nach Wegspühlung des letzten Restes vom Gebirgsrücken zu einem einzigen, die Gebirgskette quer durchschneidenden Hochthale verbinden. Gar manche der, — als Pässe, Joche oder Thore bekannten, — Hochgebirgsquerthäler, welche an ihren beiderseitigen Mündungen in ein, von einem Flusse durchzogenes, Nebenthal ausmünden, wie z. B. der Toblacher-, Brenner- und Gotthart-Paß, zeigen diese Art von Thalbildung und bilden in dieser Weise die sogenannten Wasserscheiden von zwei Flußgebieten.

Bei dem eben beschriebenen Thalbildungsprocesse nagte das Fließwasser von der Oberfläche der Erde aus nach unten ein Thal aus; nicht selten aber kommt es auch vor, daß ein Fluß einen Gebirgsrücken von seinem Fuße aus so durchnagt, daß er ein unterirdisches Flußbett bekommt, welches erst an dem entgegengesetzten Abhange des durchnagten Gebirgsrückens wieder zu Tage tritt. Dieses ist hauptsächlich der Fall, wenn ein sehr wasserreiches Fließwasser mit starkem Falle senkrecht auf eine, seiner Stromrichtung den Weg versperrende, Felswand stößt und auch seitwärts keinen Abzugskanal finden kann. Besteht dann die von ihm gestoßene Masse aus einer wagerecht abgelagerten, geschichteten, leicht zerstampfbaren Gesteinsart, z. B. aus Schieferthon, Kalkstein oder Sandstein, so bohrt sich das anstürmende Fließwasser allmählich einen Tunnel oder Abfließstollen quer durch den, seinen Abfluß hemmenden, Berg durch. Ist nun die Gesteinsmasse dieses Berges klüftig, so stürzt allmählich dieselbe in den unterirdischen Fluß hinein, welcher dann unter Donnern und Krachen den,

macht. In beiden Fällen entstehen durch diese Thätigkeit des Fließwassers bald breitere bald schmälere, stets in der Laufrichtung des sie durchfließenden Wassers verlängerte, Vertiefungen oder Falten in der Oberfläche des Erdkörpers, welche man je nach der Breite ihres Querdurchmessers bald zu den Schluchten bald zu den eigentlichen Thälern rechnet und zum Unterschiede von den nur durch Einknickungen, Einbiegungen oder Verschiebung und Verwerfung der Erdrindemassen entstandenen, — in der Regel nicht von großen Flüssen durchzogenen und ihre jetzige Gestalt nur der Einwirkung der Atmosphärilien, des Temperaturwechsels und des Regens verdankenden — Thälern Erosions- oder Auswaschungsthäler nennt. — Je nachdem nun das Fließwasser sich sein Fließbett vom Anfange an vollständig in die Erdoberfläche eingraben muß oder eine schon in der letzteren vorhandene Spalte zu seinem Fließbette benutzt und ausarbeitet, muß man zweierlei Erosionsthäler unterscheiden, nemlich: 1) Durchnagungsthäler, zu denen die ersteren, und 2) Auswaschungsthäler, zu denen die zweiten, aus der Erweiterung von Spalten entstandenen, gehören.

a. Die Durchnagungs- oder eigentlichen Erosionsthäler.

§. 46. Wie eben schon angedeutet, so entstehen sie dadurch, daß ein von einem Quellbecken oder Wasserfalle abfließendes Wasser sich in der Richtung seiner Fortbewegung eine Fließrinne in die Oberfläche der von ihm benetzten Erdrindemasse einnagt, welche im Zeitverlaufe tiefer und breiter wird und sein Flußbett bildet. Bei diesem Geschäfte handelt es gerade so, wie das an Berggehängen oder auf geneigt liegenden Landesmassen abwärtsfließende Regenwasser. Von seiner Quelle aus nemlich nagt es zuerst nur eine flache Fließrinne, hat es aber durch seinen abwärts ziehenden Lauf und wohl auch durch seitwärts ihm zufließende Wasserrieſel verstärkt, eine größere Geschwindigkeit und durch diese auch eine stärkere Stoßkraft erhalten, dann gräbt es sich da, wo der untere Abhang seiner schiefen Fließebene schroffer wird, eine in die Masse desselben einschneidende Schlucht, welche es so lange vertieft, bis ihre Sohle mit der, seinem Fließabhange vorliegenden, Ebene in eine Linie zusammenfällt. Während aber diese Fließschlucht nach der Ebene hin entsteht, gräbt das immer und immer nachfolgende Fließwasser vom Hintergrunde der Schlucht aus weiter in die Masse des Berggehänges ein, so daß seine Fließschlucht sich immer mehr rückwärts und nach der Höhe der Bergmasse zu verlängert, bis sie am Ende die Quellmündung des Fließwassers erreicht hat und hier mit einer schroffen Felswand schließt, an welcher nun das Fließwasser als Wasserfall niederstürzt. Die auf diese Weise entstehende Thalschlucht ist von ihrer Entstehung an schmal und spitzwinkelig geformt, so daß von einer eigentlichen Thalsohle nichts zu bemerken ist und nur das in ihrer Tiefe dahinrauschende Fließwasser Platz hat. Dabei zeigt seine schmale Sohle drei verschiedene Fließregionen, nemlich am Eingange von der vorliegenden Ebene aus eine nur sanft ansteigende, in welcher das Fließwasser ruhig und murmelnd dahinfließt (Figur 42 die Linie ab), dann hinter ihr eine stark ansteigende, in welcher das Wasser schnell und

aber zeigen sie die schon früher, bei der Beschreibung der Wasserfallschöpfungen erwähnten Colorado-Cañons; indessen recht instructiv kann man diese Art von Schluchtenbildung auch in der Drachenschlucht bei Eisenach beobachten; ja in dieser Schlucht sieht man auch deutlich, wie dieselbe nur allmählich tiefer geworden ist.

Die beiderseitigen Wände der Drachenschlucht, welche am Ende des schönen Marienthales bei Eisenach liegt, bestehen aus vierfach übereinander wechsellagernden Schichten von Granitconglomerat und Schieferthon des Rothliegenden. Der diese Schlucht durchschlängelnde Bach hat sich dieselbe von oben nach unten ausnagen müssen. Nachdem er die oberste, 3 Fuß mächtige, Bank des Granitconglomerates zickzackig ausgenagt hatte, bekam er die erste, 10 Zoll mächtige, Schieferthonschichte zur Sohle seines Bettes. Indem er nun diese, welche weicher und leichter zu zerstampfen war, fortschlämmte, entstand an den beiderseitigen Schluchtwänden genau in der Richtung und Stärke dieser Schichte eine, 10 Zoll breite, Rinne. Unter dieser Schieferthonlage gelangte der Bach nun wieder auf eine Bank des Granitconglomerates, welche er ähnlich wie die erste zickzackig ausnagte, so daß wieder an den beiderseitigen Wänden beckenförmige Aushöhlungen entstanden. Und indem nun weiter der Bach alle folgenden Conglomerat- und Schieferthonschichten in ähnlicher Weise ausnagte, wie die ersten, entstand die 2 Fuß breite und 25 Fuß hohe, zickzackig gewundene, Schlucht, an deren gegenseitigen Wänden stets ein Felsvorstoß einer Felsausnagung gegenüberliegt, von welcher die im Conglomerate befindlichen beckenförmig, die im Schieferthone vorhandenen horizontal rinnenförmig sind (Fig. 43).

Fig. 43.
Drachenschlucht bei Eisenach, an deren zickzackig gegenüberstehenden Felswänden drei übereinander stehende Reihen von Erosionshöhlungen sich befinden.

Wenn nun aber die Felswände einer, von einem Fließwasser zickzackig durchzogenen, Thalschlucht aus abwechselnd harten, schwer abnagbaren und weicheren, leicht zernagbaren, horizontal liegenden, Gesteinsschichten besteht, dann zeigen sich an den gegenseitigen, zickzackig vor- und einspringenden, Felswänden an der Stelle der weicheren Gesteinslagen mehr oder weniger tief in deren Masse einschneidende Horizontalrinnen, welche ganz glatt erscheinen und bei tieferem Einschneiden gewöhnlich den Einsturz der über ihnen lagernden, härteren und durch das Wasser an ihren vorstehenden Schichtenden abgerundet erscheinenden, Gesteinslagen herbeiführen, wodurch natürlich eine Thalschlucht in die Breite wächst (Fig. 44).

b. Die Auswaschungs-Thäler.

§. 47. Bei der Austrocknung von schlammigen oder geschmolzenen Erdrindemassen entstehen von oben nach unten ziehende Spalten, wobei aber die horizontale Ablagerung dieser Massen nur wenig oder gar nicht weiter

§. 46.

ſeinen Weg verſperrenden, Felsſchutt zermalmt und vor ſich her ſchiebt. Die, ſo durch Einſturz einer vom Waſſer durchwühlten Bergmaſſe entſtandenen, Thäler ſind in der Regel eng, ſchluchtig und zeigen an ihren ſteilen Seitengehängen zahlreiche, zackig hervortretende, den Niederſturz drohende, Felsklippen. Ausgezeichnet in dieſer Beziehung iſt der Durchbruch der Salzach durch die Salzburger Kalkalpen und der dadurch entſtandene Paß Lueg ſammt den großartigen Oefen der Salzach zwiſchen Werfen und Golling. Ebenſo die, von der Enns durchbrochene Schlucht des Geſäuſes in Steiermark.

Die Durchnagungsthäler treten vorherrſchend in dem Gebiete der wagerecht abgelagerten, ſeltener der ungeſchichteten, Erdrindemaſſen auf, ſind gewöhnlich ſchmal, oft geradezu ſchluchtenartig, und ſteigen entweder vom Fuße der Berge nach deren Rücken hin aufwärts, in welchem Falle ſie dann nicht ſelten in ihrem Hintergrunde mit einem Keſſel, in welchem ein Waſſerfall niederſtürzt, enden, — oder ſie durchſchneiden auch geradezu einen Bergrücken ſeiner ganzen Breite nach in einer geraden Linie. Beſtehen ihre Seitengehänge aus feſter Felsmaſſe, dann ſind dieſelben gewöhnlich ſenkrecht anſteigend, glatt oder auch in beſtimmten Abſtänden, wo das Waſſer an eine weichere Felsablagerung gelangte, mit horizontal ziehenden Rinnenvertiefungen verſehen. Beſtehen dagegen ihre Seitengehänge aus leicht verwitterbaren oder durch Regenwaſſer ſchlämmbaren Geſteinsmaſſen, dann werden dieſelben allmählich durch das letztere von oben nach unten abgeſpült, wodurch ein ſolches Durchnagungsthal ſeinen ihm gewöhnlich eigenthümlichen Schluchtencharakter verliert, breiter wird und mehr zurücktretende, abgerundete oder kuppenförmige Seitengehänge zeigt.

Wie nun in den eben angegebenen Fällen ein Fließwaſſer nur und allein durch ſeine eigene Kraft, und ohne vorher eine leitende Rinne benutzt zu haben, ſich ein Thal ausgenagt hat, ſo kann es auch vorkommen, daß ein ſeiner Quelle enteilendes Fließwaſſer in eine ſchon vorhandene, ſei es flach ſei es tief in die Oberfläche einer Erdrindemaſſe einſchneidende, ſchmale Rinne oder Schlucht gelangt. In dieſem Falle wirkt es in doppelter Weiſe: Es nagt die vorhandene Rinne tiefer aus und erweitert ſie auch zugleich ſeitlich. Liegt alsdann die Fließrinne des Waſſers mit der Richtung einer ſolchen Felsrinne in einer und derſelben Linie, dann benagt auch das die letztere durchſtrömende Waſſer die beiderſeitigen Rinnen- oder Schluchtwände gleichmäßig, ſo daß dieſe letzteren ſtets parallel gegenüber liegen. Wenn aber das Fließwaſſer unter einem Winkel auf die Mündung einer Felsſchlucht ſtößt, dann wird es bei ſeinem Durchzuge durch die letztere zickzackig von einer Wand zur anderen geſtoßen und dann nagt es ſtets an jeder Wandſtelle, auf welcher es aufſtößt, eine Vertiefung in dieſelbe, welche mit der Zeit immer tiefer und umfangreicher wird und ſich auch in der ganzen Höhe der Felswände von oben nach unten fortſetzt, ſo daß zuletzt die anfangs parallelen Schluchtenwände ſich zickzackig gegenüberſtehen und die ganze Thalſchlucht zickzackig hin und her gewunden erſcheint (Fig. 43). Das Schwarzathal am ſüdöſtlichen Thüringer Wald, das Selkethal am Harz, das Elbethal zwiſchen Dresden und Bodenbach, ja auch das Rheinthal zeigen dieſe Bildung. Am großartigſten

§. 47. hin (Fig. 45a) aufgerichtet erscheinen (Aufrichtungsthäler), oder nach dem Thale hin eingebogen sind (Einknickungsthäler) (Fig. 45b) oder endlich in einer und derselben Richtung so abfallen, daß die unteren Schichtmassen (a) unter den oberen (g) hervortreten und mit den oberen, weiter zurücktretenden, einen Winkel bilden, welcher dann das Thal darstellt (Fig. 45c),

Fig. 45a. Aufrichtungs- oder antiklinales Thal.

Fig. 45b. Einknickungs- oder synklinales Thal.

Fig. 45c. Verschiebungs- oder isoklinales Thal.

so daß also die unteren a Schichten zu gleicher Zeit das eine Thalgehänge und auch die Thalsohle bilden (Verschiebungsthäler).

Die Auswaschungsthäler mit horizontal-geschichteten Seitengehängen oder Spaltungsthäler zeigen sich vorzüglich in dem Gebiete wagerecht abgelagerter, leicht zernag- oder schlämmbarer Erdrindemassen, so der Schieferthone, Mergel und Thonsandsteine, da, wo dieselben sich am Fuße von Bergzügen befinden, von denen Flüsse herabkommen. Bekanntlich zerbersten alle die ebengenannten Erdrindemassen bei ihrer vollständigen Austrocknung nach allen Richtungen hin und bilden so eine Menge um einander herumliegender, durch Spalten von einander abgesonderter Massen. Wenn nun ein Fließwasser von einer Anhöhe herab in diese Spalten eindringt, so erweitert es dieselben, indem es von den, von ihm benetzten, Absonderungsmassen allseitig die Kanten immer mehr abrundet und abschlämmt, so daß lauter abgerundete Säulenmassen entstehen, zwischen denen sich labyrinthisch verzweigte, weitere und engere, Thalschluchten hinziehen. Indem nun aber auch das Regenwasser im Verlaufe der Zeit die Endtafelkanten dieser Säulen von oben nach unten immer mehr abschlämmt, so werden aus den Säulen allmählich Kegel und abgerundete Pyramiden, welche nun bunt um einander herumliegen und in ihrer Gesammtheit viel Aehnlichkeit mit den früher schon beschriebenen, durch Regenwasser geschaffenen, Erdpyramiden- und Steinwäldern haben (Fig. 46).

Von dieser Art von Thalbildungen sind nun diejenigen Auswaschungsthäler unterschieden, an deren Seitengehängen die Erdrindemassen stets eine von den oben angegebenen schiefen Ablagerungsweisen zeigen. Sie befinden sich vorzugsweise im Gebiete der Gebirge und Bergländer und laufen entweder mit den sie umschließenden Bergketten parallel (Längsthäler) oder durchschneiden dieselben ihrer ganzen Quere nach (Querthäler). Die ersteren sind wohl in ihrer ersten Anlage dadurch entstanden, daß eine wall- oder dachförmig in die Höhe getriebene Erdrindemasse längs ihres Rückens entweder zerplatzte und so eine Längs-

geſtört wird. Dieſes letztere aber iſt nun nicht der Fall, ſobald ſolche §. 47.
horizontal-abgelagerte Maſſen durch aufſteigende vulcaniſche Dämpfe oder

Fig. 44.

Auswaschungen der weicheren Schichten durch das Wasser im Rhonethal.

Schmelze oder auch durch anderweitige Erſchütterungen (z. B. durch Erdfallbildungen) ihres Zuſammenhanges beraubt werden. Die einzelnen Schichtlagen dieſer Ablagerungsmaſſen werden alsdann auf mannichfache Weiſe aus ihrer urſprünglich horizontalen Ablagerung herausgedrückt und theils convex in die Höhe getrieben, ſo daß ſich oft längs ihrer Scheitellinie eine mehr oder weniger tief eindringende Spalte bildet, durch welche dann der urſprünglich einfache Rücken in zwei parallele Rücken zertheilt wird, — theils concav eingedrückt, ſo daß ſie ein Muldenthal bilden, — theils auch zuerſt gehoben und dann entweder verſchoben oder fächerförmig aus einander getrieben — mit einem Worte *dislocirt*. Wenn nun ein ſeinem Quellſitze enteilendes Fließwaſſer in die, durch dieſe Dislocationen entſtandenen, Spalten der Erdrindemaſſen eindringt, ſo erweitert und vertieft es im Zeitverlaufe dieſe Spalten ſo, daß aus ihnen allmählich breite Thäler werden. Dieſe ſo entſtandenen Thäler verdanken demnach ihren Urſprung nicht von vornherein dem ſie durchfließenden Gewäſſer, ſondern der Verſchiebung oder Dislocation und Zerreißung von Erdrindemaſſen, und ſind nur durch das Waſſer weiter ausgebildet oder ausgewaſchen worden, weshalb ihnen wohl der Namen: „*Auswaſchungsthäler*“ mit vollem Rechte gebührt.

Unter dieſen Auswaſchungsthälern nun giebt es indeſſen trotzdem je nach der Lage der dieſelben beiderſeitig einſchließenden Schichtmaſſen einerſeits ſolche, deren Seitengehänge aus horizontal-abgelagerten Schichtmaſſen beſtehen (*Spaltungsthäler*), und andererſeits ſolche, an deren beiderſeitigen Berggehängen die Schichtmaſſen entweder nach der Thalſeite

haben, dann sich bei ihrem Tiefergreifen in die Massen des Unterbaues einnagten und hier nun die Durchnagungsthäler schufen.

Wie durch die Orte ihres Vorkommens und der schief gestellten Schichten ihrer beiderseitigen Berggehänge, so unterscheiden sich die Auswaschungsthäler von den Durchnagungsthälern auch in der Regel noch durch ihre größere Breite, durch die mehr zurücktretende, häufig blasen- oder kuppenförmige Gestalt der sie umgebenden Berge, durch die sanfteren, nicht selten aller Felsklippen entbehrenden Gehänge der letzteren, vor allem aber durch ihre breite, zu beiden Seiten der Flußrinne mit mächtigen, nicht selten zu Terrassen ansteigenden, Schuttablagerungen bedeckte, Sohle.

Die Bildung wohl aller Auswaschungsthäler gehört den älteren, vormenschlichen, Zeitperioden an und fand namentlich in solchen Gebieten statt, in denen Wasserfälle sich in große, rings von Felsmassen umschlossene, Becken ergossen und allmählich in diesen tiefe, nach einer Seite hin abschüssige, Seen bildeten. Indem nun diese Seen mit der Zeit die an ihrer abschüssigen, tiefsten Stelle gelegenen Felsufer durchbrachen, ergoß sich ihr Wassergehalt mit der größten Geschwindigkeit in die zerrissene Ufermasse. Gelangte dann das abfließende Seewasser weiter in eine hinter dieser gelegene Gebirgsspalte, so ergoß es sich mit all' seinem Schutte in diese Spalte. Anfangs, als seine Wassermasse noch in voller Menge, Geschwindigkeit und Kraft war, nagte und wusch es die von ihm durchrauschte Spalte am stärksten sowohl in die Breite wie in die Tiefe aus. Als aber das Seebecken erst entleert war und das Wasser nur noch durch die ehemals in den See sich ergießenden Flüsse gespeist wurde, nahm es nur noch die tieferen Stellen seines Flußthales ein. Dieses aber veränderte es im Zeitverlaufe noch mannichfach hauptsächlich durch den von ihm selbst herbeigeführten und längs seiner Ufer abgesetzten Steinschutt, dessen Masse im Zeitverlaufe nun noch durch das, unaufhörlich an den oberen Gehängen seiner Uferberge nagende, Meteorwasser vermehrt wurde, so daß sich zu beiden Seiten des Fließwassers breite Schuttterrassen erhoben. Durch alles dieses wurde das anfangs finstere Spaltenthal allmählich freundlicher und breiter, während seine früher steil und klippig ansteigenden Uferberge scheinbar von dem Bette des Flusses mehr und mehr zurücktraten und anmuthig abgerundete Formen erhielten. — Wer das prächtige Rheinthal von Mainz bis Coblenz betrachtet, erhält ein deutliches Bild von den eben erwähnten Veränderungen eines Durchnagungsthales.

c. Erosionsbildungen der stehenden Gewässer.

§. 48. **Erosion in Binnenseen.** — Wie jedes fließende, so übt auch jedes stehende Gewässer, auch wenn seine Wassermasse ganz bewegungslos zu sein scheint, eine zerstörende Gewalt theils auf die Wände seiner Ufer theils auf die Sohle seines Beckens aus.

Unter den rings vom Lande umschlossenen Binnenseen macht sich zwar die verändernde Gewalt ihrer Wassermasse im Allgemeinen weit weniger bemerklich als bei dem in ewiger Bewegung begriffenen Oceane,

platte mit beiderseitig aufgerichteten Schichtgehängen erzeugte (s. Fig. 45) oder wieder einsank und so ein Muldenthal bildete, dessen beiderseitige §. 47.

Fig. 46.
Durch Wasser zerrissenes Land bei Porullena in Spanien nordwestlich von der Sierra Nevada.

Gehänge mit ihren Schichtmassen nach der Sohle des Thales einfallen. Manche unter ihnen aber haben ihre erste Bildung auch dadurch erhalten, daß an einer stark in die Höhe getriebenen Bergkette die oberen Schichtmassen an dem steilen Gehänge der ersteren entweder mehr oder weniger weit herabrutschten oder geradezu nach dem Bergabhange hin überköpften und so nun einen Winkel mit den noch stehen gebliebenen Schichtmassen bildeten (Fig. 45 c). Alle diese Längenthalarten finden sich z. B. im Schweizer Jura und im Gebiete der deutschen Alpen. Aber in dem letztgenannten Gebiete, so namentlich in den Engadiner und Graubündner Alpen, außerdem aber auch in dem Harze und überhaupt in denjenigen zusammengesetzten Gebirgen, welche aus einem massigen Unterbau von Grauwackesandstein und Thonschiefer bestehen und dann auf diesem Unterbaue gewissermaßen aufgesetzte Gebirgsketten aus älteren Erdrindemassen, so namentlich von Gneiß, Granit, Syenit u. s. w., tragen, sind Thäler vorhanden, welche zunächst zwischen den aufgesetzten Bergketten hinziehen und ganz den Charakter von Auswaschungsthälern tragen, dann aber auch in den massigen Unterbau des Gebirges einschneiden und in diesem den Charakter von Durchnagungsthälern zeigen. Von dieser Art zusammengesetzter Thäler muß man annehmen, daß die Fließwasser, welche die zwischen den aufsitzenden Bergketten hinziehenden Thäler ausgewaschen

§. 48. das harte Gestein seiner Ufer an, wenn es von starken Zu- oder Abflüssen so in fortwährende Bewegung gesetzt wird, daß es selbst zu einer Art Strom wird, welcher nun die Massen seiner Ufer annagt, wenn dieselben bis in das Gebiet der Seeströmung hineinreichen. An schmalen, in die Länge gestreckten und von schnellfließenden Gewässern durchzogenen, Seen, — z. B. am Gardasee, — wird man daher im Niveau des Wasserspiegels immer eine mehr oder minder tief in das Ufergestein einschneidende Rinne bemerken, welche im Verlaufe der Zeit so weit in die Ufermasse einschneiden kann, daß ein theilweiser Einsturz der überliegenden Gesteinsmassen erfolgt.

Abgesehen von diesem Falle vermag indessen ein stehendes Gewässer seine, an sich vom Wasser nicht erweichbaren, Ufergesteinswände auch chemisch anzuätzen, wenn es in sich Stoffe enthält, mittelst deren es die Masse seiner Ufer umwandeln und zerstören kann. Dieses wird jedoch nur dann geschehen können, wenn in einem stehenden Gewässer große Mengen von verwesenden oder vertorfenden Pflanzenmassen vorhanden sind, welche theils durch die sich aus ihnen entwickelnden quell- und geïnsauren Alkalien Bestandtheile der Ufergesteinsmassen aufzulösen vermögen, theils durch die Begierde ihrer kohlenreichen Massen nach Sauerstoff den, in den Ufergesteinen vorhandenen, Metalloxyden (— z. B. dem Eisen- und Manganoxyd —) einen Theil ihres Sauerstoffes entziehen und diese hierdurch in der, sich nun aus der Verkohlungsmasse entwickelnden, Kohlensäure auflöslich machen. Daß in der That hierdurch Gesteinsmassen zersetzt und schlämm- oder auch lösbar werden können, das zeigen die Erweiterungen gar mancher, in Gneiß und Granit eingebetteten, Seen Scandinaviens und auch des Schwarzwaldes. Später, wenn von der Vermoorung der Seebecken die Rede ist, soll darüber noch mehreres mitgetheilt werden. — Wie in dem eben angegebenen Falle durch die sich aus vertorfenden Massen entwickelnden geïnsauren Alkalien die Ufermassen eines Binnensees zerstört werden können, so geschieht dieses auch mit den Uferwänden von Seen, welche sich in vulcanischen Kratern oder in der Umgebung noch thätiger Vulcane befinden, und deren Wasser nun mehr oder weniger von den, sich aus dem vulcanischen Heerde erhebenden sauren Dämpfen, — z. B. von schwefeliger Säure, Salzsäure oder Schwefelwasserstoff, — durchdrungen wird.

Die Binnenseen wirken aber nicht bloß auf die Uferwände, sondern auch auf die Sohle ihrer Becken zertrümmernd ein, indem sie auf dieselbe unaufhörlich einen Druck ausüben, welcher um so stärker, je höher ihre Wassersäule ist. Besteht diese Sohle nun aus einer Erdrindemasse, welche rissig und mürbe oder gar allmählich erweichbar ist, dann drückt das Seewasser sie niederwärts oder auch ganz durch, wenn sich ihre Risse durch die Einwirkung des Wassers zu Klüften erweitern und nun dem Wasser Abzugscanäle gewähren, oder wenn sich unter der klüftigen Sohle ein Höhlenraum befindet. Daß in diesem Falle eine theilweise oder auch

aber sie ist doch verhanden, selbst wenn ihre Wassermasse nicht von Luft- §. 48.
strömungen oder ein- und ausfließenden Gewässern in Bewegung gesetzt wird. — An ihren Uferwänden reißt zwar das Wasser nur selten auf gewaltsame Weise große Massen ab, aber es verändert sie doch, sei es nun, daß ein in einem abschüssigen und ganz geschlossenen Gebirgskessel eingebetteter See allmählicher mit voller Wucht das untere Ufer seines Kessels durchzwängt und dann abfließt, so daß nun an seiner Stelle ein Thal entsteht, wie früher schon bei der Beschreibung der Gebirgsseen erwähnt worden ist; — sei es ferner, daß das Wasser eines Sees in die Bestandesmasse der Ufer eindringt und sie so erweicht und schlammig macht, daß sie gleichsam von selbst in das Becken des Sees fließt, sei es, daß es Säuren oder andere Stoffe in sich gelöst enthält, mit denen es die mineralische Masse der Uferwände anätzt, zersetzt und so zubereitet, daß sie am Ende auch eine leicht abschlämmbare Substanz bildet, sei es endlich auch, daß es nach seinem Eindringen in der durch und durch erweichten Ufermasse während des Winters zu Eis erstarrt und dieselbe hierdurch so zerreißt, daß sie nach dem Aufthauen des letzteren zu schlammiger Erde zerfällt, welche der See dann verschluckt.

Das Erweichen und Schlämmen findet hauptsächlich dann statt, wenn die Bestandesmasse eines Seeufers aus thonigem Sandstein, Mergel, Schieferthon, Erde oder losem Sande besteht. Alle diese Substanzen saugen begierig Wasser in sich auf und leiten dann dasselbe immer weiter landeinwärts in ihre Masse ein, so daß im Zeitverlaufe rings um einen See herum eine mehr oder weniger breite Sumpf-, Moraſt- oder auch Moorzone entsteht. Hat nun ein solcher See keinen Zu- oder Abfluß von Fließwassern, so daß seine Wassermasse höchstens nur von Luftströmungen in Bewegung gesetzt wird, so kann seine, vom Wasser durchzogene Ufermasse lange Zeit hindurch scheinbar unverändert bleiben; wird sie aber von Fließwassern durchzogen, dann wird sie auch unaufhörlich in Bewegung gesetzt und in Folge davon auch fortwährend an den schlammig weichen Ufern lecken, so daß diese, wenn auch sehr allmählich, immer weiter zurücktreten. Das Wasser solcher Schlamm leckenden Seen zeigt daher auch immer längs ihrer Ufer schlammfarbige Wolken und Streifen. Schneller und in die Augen fallender geht an solchen bewegten Binnenwassern die Wegreißung von Uferstrecken vor sich, wenn, wie oben schon bemerkt, des Winters Frost die Masse der Seeufer zerreißt. Aber plötzlich und gewaltsam geht diese Zerstörung der Uferwände eines Sees vor sich, wenn in strengen Wintern die ganze Wassermasse desselben zu Eis erstarrt und nun durch ihre dabei stattfindende starke Ausdehnung mit furchtbarer Kraft die sie einengenden Uferwände zerreißt. Bei Hochgebirgsseen kommt dieser Fall nicht gerade selten vor, wie später da, wo von der Erosion der Gletscher die Rede ist, noch näher erörtert werden soll.

Anders dagegen zeigt sich die Uferzerstörung in Binnenseen, deren Ufer aus festem, vom Wasser nicht erweich- und schlämmbaren, Gesteine bestehen. In diesem Falle greift das Seewasser nur dann

§. 48. das harte Geſtein ſeiner Ufer an, wenn es von ſtarken Zu- oder Abflüſſen ſo in fortwährende Bewegung geſetzt wird, daß es ſelbſt zu einer Art Strom wird, welcher nun die Maſſen ſeiner Ufer annagt, wenn dieſelben bis in das Gebiet der Seeſtrömung hineinreichen. An ſchmalen, in die Länge geſtreckten und von ſchnellfließenden Gewäſſern durchzogenen, Seen, — z. B. am Gardaſee, — wird man daher im Niveau des Waſſerſpiegels immer eine mehr oder minder tief in das Ufergeſtein einſchneidende Rinne bemerken, welche im Verlaufe der Zeit ſo weit in die Ufermaſſe einſchneiden kann, daß ein theilweiſer Einſturz der überliegenden Geſteinsmaſſen erfolgt.

Abgeſehen von dieſem Falle vermag indeſſen ein ſtehendes Gewäſſer ſeine, an ſich vom Waſſer nicht erweichbaren, Ufergeſteinswände auch chemiſch anzuätzen, wenn es in ſich Stoffe enthält, mittelſt deren es die Maſſe ſeiner Ufer umwandeln und zerſtören kann. Dieſes wird jedoch nur dann geſchehen können, wenn in einem ſtehenden Gewäſſer große Mengen von verweſenden oder vertorfenden Pflanzenmaſſen vorhanden ſind, welche theils durch die ſich aus ihnen entwickelnden quell- und geïnſauren Alkalien Beſtandtheile der Ufergeſteinsmaſſen aufzulöſen vermögen, theils durch die Begierde ihrer kohlenreichen Maſſen nach Sauerſtoff den, in den Ufergeſteinen vorhandenen, Metalloxyden (— z. B. dem Eiſen- und Manganoxyd —) einen Theil ihres Sauerſtoffes entziehen und dieſe hierdurch in der, ſich nun aus der Verkohlungsmaſſe entwickelnden, Kohlenſäure auflöslich machen. Daß in der That hierdurch Geſteinsmaſſen zerſetzt und ſchlämm- oder auch lösbar werden können, das zeigen die Erweiterungen gar mancher, in Gneiß und Granit eingebetteten, Seen Scandinaviens und auch des Schwarzwaldes. Später, wenn von der Vermoorung der Seebecken die Rede iſt, ſoll darüber noch mehreres mitgetheilt werden. — Wie in dem eben angegebenen Falle durch die ſich aus vertorfenden Maſſen entwickelnden geïnſauren Alkalien die Ufermaſſen eines Binnenſees zerſtört werden können, ſo geſchieht dieſes auch mit den Uferwänden von Seen, welche ſich in vulcaniſchen Kratern oder in der Umgebung noch thätiger Vulcane befinden, und deren Waſſer nun mehr oder weniger von den, ſich aus dem vulcaniſchen Heerde erhebenden ſauren Dämpfen, — z. B. von ſchwefeliger Säure, Salzſäure oder Schwefelwaſſerſtoff, — durchdrungen wird.

Die Binnenſeen wirken aber nicht bloß auf die Uferwände, ſondern auch auf die Sohle ihrer Becken zertrümmernd ein, indem ſie auf dieſelbe unaufhörlich einen Druck ausüben, welcher um ſo ſtärker, je höher ihre Waſſerſäule iſt. Beſteht dieſe Sohle nun aus einer Erdrindemaſſe, welche riſſig und mürbe oder gar allmählich erweichbar iſt, dann drückt das Seewaſſer ſie niederwärts oder auch ganz durch, wenn ſich ihre Riſſe durch die Einwirkung des Waſſers zu Klüften erweitern und nun dem Waſſer Abzugscanäle gewähren, oder wenn ſich unter der klüftigen Sohle ein Höhlenraum befindet. Daß in dieſem Falle eine theilweiſe oder auch

gänzliche Entleerung des Seebeckens ſtattfindet, iſt wohl ſelbſtverſtändlich. Ganz beſonders aber kann dieſe Durchbrechung der Sohle eintreten, wenn ein Seebecken ſehr tief und trichterförmig iſt und ſein Waſſer durch Klüfte zu einem unterirdiſchen Gyps- oder Steinſalzlager gelangen kann; denn ſowie dieſe Lagermaſſen von dem zudringenden Waſſer aufgelöſt worden ſind, verliert die über ihnen lagernde Geſteinsdecke den Halt und kann dann um ſo leichter von dem über ihr befindlichen Seewaſſer niedergedrückt werden, zumal wenn die aufgelöſte Gyps- oder Salzmaſſe auf unterirdiſchen Canälen abfließt. In dem Gebiete der Steinſalzformationen kommen gar nicht ſelten trockene Erdfälle vor, deren ganzer Habitus darauf hindeutet, daß ſie ehedem Binnenſeen waren.

Eroſion des Meeres. — Der Ocean wird die Mutter alles Landes genannt, indeſſen nicht ganz mit Recht; denn wenn — wenigſtens unter den gegenwärtigen Verhältniſſen — das Meer in oder an ſeinem Schoße neues Land bilden ſoll, ſo muß es bei weitem das meiſte Material dazu erſt theils von den ſchon vorhandenen Landesmaſſen theils von den durch vulcaniſche Eruptionen zur Erdoberfläche beförderten Landbildungsſtoffen rauben. Der Ocean iſt daher in der Gegenwart wohl der Erzeuger von neuen Landesmaſſen, aber die Erdfeſte ſelbſt muß als die Mutter dieſer letzteren betrachtet werden. Von dieſer Mutter nun erhält der Ocean ſeine Landbildungsmaterialien entweder durch die in ſeinen Schoß mündenden Flüſſe oder durch die auf der Sohle ſeines rieſigen Bettes hervorſprudelnden Quellen oder dadurch, daß ſeine Waſſermaſſe ſelbſt von allen durch ſie erreichbaren Landesmaſſen ſich *theils durch chemiſches Anätzen, Zerſetzen und Löſen theils durch mechaniſches Zerſprengen und Schlämmen* derſelben Theile aneignet. §. 49.

Auf *chemiſchem* Wege wirkt freilich das Meerwaſſer nur geheimnißvoll und langſam, aber ſein Wirken in dieſer Beziehung kann doch nicht abgeleugnet werden; denn es enthält eine große Menge Stoffe in ſich aufgelöſt, mittelſt deren es die verſchiedenartigen Geſteinsmaſſen der Erdfeſte anätzen, zerſetzen und zum Theil in ſich aufzulöſen, zum Theil aber auch erweichen und zur Abſchlämmung vorzubereiten vermag. Die im Meerwaſſer aufgelöſten Chlor-, Jod- und Brommetalle, ſowie gar manche ſeiner Sulfate und Carbonate vermögen die meiſten der Silicatgeſteine und felsbildenden Carbonate ebenſo zu zerſetzen, wie die in ihm nie fehlenden und ſich immer von Neuem erzeugenden Fäulnißſtoffe abgeſtorbener Organismenreſte und deren humusſaure Alkalien. Und daß ſie wirklich das feſte Geſtein ihrer Ufer anätzen, umändern und für die mechaniſche Zerſtörung durch das Waſſer vorbereiten, das lehren ſchon die am Geſtade des Oceans in mancher Weiſe und überall da veränderten Granite, Porphyre und Baſalte, wo ſie unaufhörlich vom oceaniſchen Waſſer beſpritzt und befeuchtet werden können, das lehrt ſchon der unter Einfluß des Meerwaſſers ſich zerſetzende und theilweiſe in krümliche Erde ſich umwandelnde Sand der unwirthbaren Dünen.

Weit kräftiger, augenfälliger und raſcher dagegen wirkt das Waſſer des Oceans durch *mechaniſche* Gewalt, wenn es in voller Bewegung gegen die ihm entgegentretenden feſten Maſſen der Erdrinde anſtürmt. Die

§. 49. Größe und Art seiner Wirksamkeit hängt alsdann ab einerseits von seiner Geschwindigkeit und dem Winkel, unter welchem es gegen diese Erdrindemassen anrollt, und andererseits von der Gestalt, Festigkeit und Schichtenstellung der von ihm angegriffenen Erdrindemassen.

Wenn die Meereswoge unter einem rechten Winkel gegen eine Festlandsmasse heranrollt, dann wird sie an der letzteren um so höher in die Höhe spritzen und um so stärker anprallen, je größer ihre Wassermasse, je heftiger ihre Bewegung und je härter und steiler die von ihr bestürmte Festlandsmasse ist. Durch dieses senkrechte Anprallen der Meereswoge gegen Uferwände und Felsklippen, welches, wie früher schon mitgetheilt, unter dem Namen der Brandung bekannt ist, werden selbst die härtesten Felsmassen, — ähnlich wie von einem stürzenden Wasserfalle, — an den von der Woge am stärksten getroffenen Stellen im Zeitverlaufe so zerstampft, daß sie wild zerrissene Riffe voller Zacken und Nadeln bilden oder daß in ihrer Masse mehr oder minder tief eingreifende Höhlen entstehen, welche dann weiter theils zum Einsturze ihrer Deckengesteine, theils auch zur Bildung von Felsthoren Veranlassung geben, wie dieses namentlich der Fall ist, wenn die brandende Meereswoge isolirt aus dem Meere hervorragende Felsinseln oder schmale, weit aus dem Strande hervorspringende Felsriffe durchstößt.

An der Nordküste von Elba ragen senkrechte Granitgänge mehrere Klafter weit über die sie ursprünglich umschließenden Serpentingesteine hervor; und an der südlichen Küste dieser Insel, wo der Granit in größeren Massen auftritt, ist er durch die Brandung zu den auffallendsten Formen, zu gerundeten Scheiben, weiten Schüsseln, gestielten Kugeln, Korallen ähnlichen Gruppen in ähnlicher Weise zernagt, wie es nach de la Bêche an der Küste von Cornwall der Fall ist.

Am stärksten wirken die Brandungswogen an Meeresküsten, welche einer regelmäßigen Ebbe und Fluth ausgesetzt sind, in dem Niveau über der halben Fluthhöhe (— in der Fluthlinie —). Steil aufgerichtete Felsküsten werden in dieser Linie, welche stets durch flach gerundete, horizontal fortlaufende Auswaschungen und Glättungen bezeichnet ist, so unterwaschen, daß tief eingreifende Höhlen in den Küstenfelsen entstehen. Berühmt sind in dieser Beziehung unter anderen die Höhle von Mackinnon und die Fingalsgrotte (Fig. 47) an der schottischen Insel Staffa, unter denen die letztgenannte vom Wasser aufwärts 66 Fuß hoch, am Eingange 42 Fuß breit und 227 Fuß tief eingeschnitten ist. Beide Höhlen sind in Basalt eingenagt, dessen gegliederte Säulen sich namentlich an ihren horizontalen Gliederungsflächen leicht vom brandenden Wasser auseinander drücken lassen. — Am Cap Miseno und anderen Orten der Westküste Italiens und an der nördlichen Küste von Syracus befinden sich ebenfalls mehrere bedeutende Brandungshöhlen. Ebenso ist der so gefürchtete Felsen der Scylla an der Küste von Calabrien unten von Höhlen ausgewaschen, in welche die brandenden Wellen eindringen und in denselben ein Geräusch erregen, welches dem Bellen eines Hundes gleicht.

Im Verlaufe der Zeit können dann die brandenden Wogen die §. 49.
Hinterwand der von ihnen genagten Höhlen ganz durchbrechen, ſo

Fig. 47.
Fingalsgrotte.

daß ein Meerestunnel oder ein Felſenthor entſteht. Dieſes findet namentlich dann ſtatt, wenn eine Felſenküſte ein ſchmales, weit ins Meer vorſpringendes Felsriff oder Vorgebirge bildet und aus leicht zertrümmerbarem Geſteine, z. B. aus Kalk-, Sand- oder Mergelgeſteinen beſteht. Dieſes iſt unter anderem der Fall an der Küſte von Helgoland, an welcher die Meereswoge unaufhörlich Höhlen nagt, welche ſie dann zu Thoren durchbricht, dabei aber auch die ſtehen gebliebenen Wände ſo abnagt, daß ſie am Ende zuſammenſtürzen. Daß hierdurch ein Stück nach dem andern von Helgoland in das Meer ſinkt, iſt allbekannt.

Nicht ſelten ſtürzen dann die Decken dieſer Höhlen und Felſenthore nieder in die Fluth des Meeres, ſei es nun, daß die letztere ſelbſt ſie zuſammenbricht, ſei es, daß der Verwitterungsproceß und der mit Salztheilen erfüllte Meeresgiſcht ſie zerätzt und ſo zum Einſturz zwingt. Hierdurch entſtehen aus ehemaligen Landzungen und Vorgebirgen iſolirt aus dem Meere hervorragende Inſeln, welche nicht ſelten noch durch unterſeeiſche Riffe mit dem nahe liegenden Lande in Verbindung ſtehen und ſtets in der Streichungslinie des letzteren liegen. Ein intereſſantes Beiſpiel von Inſel-, Höhlen- und Thorbildung durch die brandenden Wogen des Meeres bildet die

§. 49. aus kryſtalliniſchen Schiefern gebildete und neben Angleſea liegende Leuchtthurminſel South Stack (Fig. 48), an deren Küſten

Fig. 48.
Leuchtthurminſel South Stack bei Angleſea.

das Meer Grotten ausgewaſchen und zwiſchen den einzelnen derſelben abgerundete Säulen gleichſam zur Stützung der Grotten ſtehen gelaſſen hat. — Eine große Zahl von Inſeln und Klippen an den Küſten der Feſtländer und Inſeln ſind in dieſer Weiſe durch die Meeresbrandung entſtanden. Die Weſtküſten Irlands, Schottlands und Norwegens ſind reich an ſolchen Inſeln. Vielleicht iſt auch der zwiſchen Frankreich und England gelegene Canal, ſowie die Straße von Gibraltar in dieſer Weiſe entſtanden.

Es iſt bis jetzt von den Wirkungen der Brandung an ſteil aufgerichteten Meeresküſten die Rede geweſen. Anders wirkt dieſelbe, wenn ſie auf Küſten einwirkt, welche aus wagerecht abgelagerten, leicht zerſtampf- oder ſchlämmbaren, Geſteinsſchichten beſtehen. In dieſem Falle benagt ſie dieſe letzteren ſo, daß ſie Terraſſen (Küſtenplattformen oder Küſtenterraſſen) bilden, deren obere mit ſchwacher Neigung dem Waſſer zufällt, während die tiefere, vom Waſſer bedeckte und der ſtärkeren Brandung ausgeſetzte einen ſteileren Abſturz bildet (Fig. 49). An der öſtlichen offenen Steilküſte Auſtraliens treten dieſelben ſehr charakteriſtiſch hervor. — Beſtehen endlich die Küſten des Landes aus erdigen und ſan-

digen Maſſen, dann reißt ſie die Brandung ganz weg, ſo daß die Landes- §. 49.
maſſe immer kleiner an Umfang wird. Belege hierzu bildet die Weſtküſte Schleswigs, Sylts und all der Inſeln, welche an der Weſtküſte Hollands und Deutſchlands liegen. Dieſes iſt aber noch weit mehr der Fall, wenn die Strömungen des Meeres ſolche leicht abſchlämmbare Strandmaſſen beſtreichen.

Fig. 49.
Flußterraſſen.

Nicht ſelten ſetzt ſich jedoch die brandende Meereswoge ſelbſt einen Damm, welcher ſie in ihrer Zerſtörungskraft hemmt. Die an hohen Steilküſten von ihr gegrabenen Höhlungen bewirken nemlich, wie oben ſchon bemerkt, einen Einſturz der oberen Küſtenmaſſen. Indem dieſe nun ſenkrecht niederſtürzen, bilden ſie im Zeitverlaufe am Fuße der Küſten einen immer höher und maſſiger werdenden Wall von Blöcken, welcher dann die Gewalt der gegen die Küſten heranſtürzenden Brandungswogen ſo ſchwächt, daß ſie dieſe letzteren nur noch wenig oder auch gar nicht mehr angreifen können. An der Inſel Rügen kann man dieſes deutlich beobachten. Beſtehen freilich die herabgeſtürzten Blöcke aus leicht zerſtörbaren Maſſen, dann helfen ſie nur wenig; denn die brandenden Wogen zerſtören und ſchwemmen ſie fort.

Die Brandung iſt nichts weiter als die in höchſte Erregung verſetzte Meereswelle und wird dem gemäß nicht nur durch die vom Orkane gepeitſchte Meereswoge, ſondern auch durch die Ebbe und Fluth überall da erzeugt, wo dem nach dem Lande zu eilenden Fluthſtrome die Küſte hemmend in den Weg tritt. Da nun Ebbe und Fluth täglich wiederkehrt, ſo wird auch durch ſie eine immer regelmäßig wiederkehrende Brandung und Landeszernagung hervorgerufen werden, deren Stärke von der Größe der Fluth abhängt.

Aber nicht nur die brandende Woge, ſondern auch die gewöhnliche Ebbe und Fluth, alle Wellenbewegungen und alle Strömungen des Oceans — kurz alle Bewegungen der oceaniſchen Waſſermaſſe wirken mehr oder minder zerſtörend auf die von ihnen beſtürmten oder beſchlichenen Maſſen des Landes ein, um aus dem hierdurch erhaltenen Schutte neue Landesmaſſen zu bilden. Die von ihnen herbeigeführten Landeszerſtörungen nun werden entweder durch Zerſtörung der Ufermaſſen oder durch Ueberfluthung der Strandländereien herbeigeführt.

§. 49. a. Die Zerſtörung der Ufermaſſen kann in dreierlei Weiſe ausgeführt werden, nemlich

1) durch die brandende Fluthwelle,
2) durch die gewöhnliche Fluthwelle,
3) durch die Strömungen im Meere.

Durch die brandende Fluthwelle wird eine Ufermaſſe, wie oben ſchon gezeigt worden iſt, über dem Meeresſpiegel gewaltſam zerſtampft, ausgehöhlt, durchbrochen und zerriſſen. Durch die gewöhnliche Fluthwelle dagegen wird eine Landesmaſſe im oder dicht über dem Spiegel des Meeres abgenagt und ausgewaſchen, ſo daß in gleicher Höhe mit dem Meeresſpiegel in der Landesmaſſe eine ausgewaſchene Rinne mit glatten Wänden zum Vorſcheine kommt, welche mit der Zeit um ſo tiefer in die benagte Landesmaſſe eindringt, je leichter deren Bildungsmaterial vom Waſſer erweicht werden kann. — Durch die regelmäßigen Strömungen im Meere endlich werden die Uferländereien vorherrſchend unter dem Meeresſpiegel abgeſpült und umſomehr unterwaſchen und ausgehöhlt, je lockerer, ſandiger oder erdiger ihre Bildungsmaſſe iſt.

Unter den verſchiedenen Wellenbildungen arbeitet die ſenkrecht auf eine Landesmaſſe losſtürmende Woge allen übrigen Strömungen des Meerwaſſers vor, indem ſie auch die härteſte Felsküſte brüchig, mürbe und bröckelig macht, ſo daß nun die gewöhnliche Fluthwelle die mürbe oder bröckelig gemachte Ufermaſſe leichter abnagen oder aushöhlen kann. Die unter einem ſpitzen Winkel die Landesufer beſtreichenden Wellen oder Strömungen des Meeres aber nagen und waſchen nur Höhlungen in die Uferwände, welche bald ſchneller bald langſamer je nach der Feſtigkeit der Ufermaſſen ſo weit eindringen, daß zumal an erdigen, ſandigen oder lockerfelſigen Ufern die oberen Lagermaſſen der letzteren in die Tiefe ſtürzen und das Meer nun einen mehr oder tief- und weit ins Land einſchneidenden Buſen oder, wenn die von ihm unterwaſchene Landesmaſſe eine Halbinſel oder Landenge iſt, einen vollſtändigen Durchbruch dieſer Landesmaſſe herbeiführt und quer durch dieſelbe eine Meeresſtraße bildet.

Beiſpiele: Nach dem eben Mitgetheilten müſſen demnach am ſtärkſten und meiſten von den verſchiedenen Strömungen des Oceans diejenigen Uferſtellen einer Landesmaſſe angegriffen werden, welche ſo liegen, daß dieſe Strömungen in voller Wucht ſie beſtreichen können. Dieſes iſt in der That auch der Fall, wie folgende Beiſpiele zeigen werden.

1) In den vom Oceane beſpülten Theile Europas herrſchen unter den Winden die Weſt-, Südweſt- und Nordweſtwinde und in Folge davon auch die durch dieſe Winde erzeugten, von Weſten nach Oſten, von Südweſten nach Nordoſten und von Nordweſten nach Südoſten ſtreichenden Wellenſtrömungen vor. Dem gemäß werden auch vorzüglich die von dieſen weſtlichen Wellenſtrömungen beſtrichenen Küſtenländer Scandinaviens, Jütlands, Schleswigs, Deutſchlands, Schottlands, Englands, Irlands und Frankreichs am meiſten zerriſſen werden. — Unter den Küſten Frankreichs leiden am ſtärkſten von den Wellen des atlantiſchen Oceans die weit in den letzteren hineinragenden Felſenküſten der Bretagne. Ueberall erſcheinen dieſe letzteren zerriſſen, namentlich zwiſchen Penmark und Raz. Während des 9. Jahrhunderts ſollen die Wellen Wälder und Dörfer daſelbſt verſchlungen und den jetzt als Inſel aus der Meeresfluth hervorragenden Berg St. Michael vom feſten Lande losgetrennt haben. — An den engliſchen Küſten im Canal

haben namentlich die vom Südweſtwinde gejagten Wellen an vielen Stellen §. 49.
der Küſten, ſo z. B. an den Inſeln Portsland und Wight, dann an den Kreidefelſen von Falkſtone, Brighton, Dover und Süd-Foreland mächtige Stücken abgeſpült. An den Küſten von Norfolk und Lincoln ſind ebenſo große Strecken Landes weggeriſſen worden, und bei Sutton fand man vor mehreren Jahren einen vom Meere bedeckten (— alſo unterſeeiſchen —) Wald, deſſen Bäume noch faſt unverſehrt waren und wie friſches Holz benutzt werden konnten (vergl. Hoff a. a. O. 1. Theil S. 51 u. ff.). Und ſo zeigen die ſämmtlichen Weſtküſten Irlands und Großbritanniens überall Zerklüftungen und Landeinſtürze, welche durch die weſtwärts heranſtürmenden Wellen herbeigeführt worden. Aber auch die Oſtküſten Großbritanniens werden durch die, von Nordoſten nach Südweſten ſtürmenden, Meereswogen gewaltig bedrängt und zerriſſen. Ueberall, an der Mündung der Tyne, in der Umgebung von Durham und an der Mündung der Humber ſind ſchon bedeutende Strecken Landes mit mehreren Ortſchaften ins Meer geſunken. Ebenſo werden die Oſtküſten Schottlands fortwährend ſtark vom Meere benagt; und welche Verwüſtungen die Meereswogen an den Küſten Hollands, Deutſchlands und der ſchleswig-jütländiſchen Halbinſel angerichtet haben, das iſt ja allbekannt.

2) Indeſſen arbeiten ſich in den meiſten der genannten Fälle die Windwellen und Fluthwellen der Gezeiten einander in die Hände. Wie ſchon bei der Beſchreibung der Ebbe und Fluth (§. 34) mitgetheilt worden iſt, ſo ſchreitet ſie im atlantiſchen Ocean im Allgemeinen von Süd nach Nord voran; in der Straße von Calais und im Canal aber wendet ſie ſich von Weſt nach Oſt und in der Nordſee zeigen dieſe Fluthſtrömungen eine dreifache Richtung, nemlich im nördlichen Theile dieſer See von Nord nach Süd, im ſüdweſtlichen Theile von Süd nach Nord und im ſüdöſtlichen Theile von Nordweſt nach Südoſt. Es treiben demnach die Windwellen und Fluthwellen an den Weſtküſten des nördlichen Frankreichs, Hollands und Deutſchlands ziemlich aus einer und derſelben Richtung und arbeiten ſo gemeinſchaftlich an der Zerſtörung der Küſten der genannten Länder. Ganz beſonders aber iſt dies der Fall zur Zeit der Aequinoctien, namentlich des Sommeräquinoctiums, in welchem ſich ſtarke Stürme mit hohen Springfluthen verbinden. In dieſer Zeit dringt die Springfluth z. B. in die Weſer 90, in die Themſe 12 und in die Elbe 20 Meilen weit ein. Welche Verheerungen alsdann die Meereswogen an den Küſtenländern hervorbringen, das iſt allbekannt. Die zahlreichen Inſelbildungen und der Durchbruch des Zuider Sees an der Küſte Hollands, ſind Producte der Thätigkeit von den ſtürmiſchen Fluthen des Oceans. Der an der Mündung der Ems ſich ausbreitende Buſen des Dollart, an deſſen Stelle noch im Jahre 1277 das Reiderland lag, welches außer der Stadt Thorum 50 Märkte, Dörfer und Klöſter enthielt, wurde von dem Meere nach und nach bis zum Jahre 1507 ausgewaſchen und umfaßte 1539 gegen ſechs Quadratmeilen Landes. In ganz gleicher Weiſe iſt der Jahdebuſen an der Stelle der oſtfrieſiſchen Landſchaft Rüſtringen durch wiederholte Einbrüche der Meeresfluth in dem Zeitraume von 1218 bis 1511 entſtanden.

Noch ſchlimmer hat die Meereswoge vor der Mündung der Elbe und namentlich an der Inſel Helgoland ſeit dem Jahre 800 gewirthſchaftet, von welcher jetzt nur noch ein kleiner, aber allmählich auch ſeinem Untergange entgegengehender, Theil übrig iſt. Auf nachſtehender Karte, welche aus Hoff's ſchon genanntem Werke entlehnt iſt und von Clarke auf Helgoland gefunden worden ſein ſoll (Fig. 50), kann man die Veränderungen dieſer Inſel erkennen. Am ſtärkſten aber ſind die Weſtküſten Schleswigs und namentlich die Inſel Nordſtrand von den oceaniſchen Fluthen heimgeſucht worden. Dieſe ehedem mit den Inſeln Sylt und Föhr und ebenſo mit dem anliegenden Feſtlande verbundene und in dieſer Verbindung die, von Nord und Süd 9—11 Meilen lange und von Weſt nach Oſt 6—8 Meilen breite, Nordfriesland bildende Landesmaſſe wurde im Jahre 1240 von

Schleswig losgeriſſen, und dann im Jahre 1634 am 11. October in die einzelnen, jetzt noch exiſtirenden, aber ſich immer mehr verkleinernden, Inſeln Sylt, Föhr, Pelworm und Nordland zerſtückelt.

Fig. 50.

Helgoland im 8., 13. und 17. Jahrhundert.

3) Zu dieſen, mehr an der Oberfläche des Oceans wirthſchaftenden Fluthungen treten nun endlich auch noch die im Innern des Oceans ununterbrochen an den Küſten des Landes nagenden Strömungen des Meeres. Sie unterwaſchen die Ufer, ſo daß nun Wellen und Fluth das ſeiner Unterlage beraubte Land um ſo leichter zerſtören können. Da, wo dieſe drei Arten von Meeresbewegungen auf leicht zertrümmerbare Erdrindemaſſen (— wie z. B. auf Kreide, Kalktuff, Schieferthone —) zu gleicher Zeit ſtoßen, werden die Küſten der Länder am ſtärkſten verwüſtet und zerriſſen. In dieſer Weiſe wurde die Inſel Sicilien durch die von der afrikaniſchen Küſte kommende Strömung des Mittelmeeres von Calabrien losgeriſſen, und ebenſo verdankt wohl der Canal zwiſchen England und Frankreich hauptſächlich dem Nagen des Golfſtromes ſeine Entſtehung. Wenigſtens ſprechen für dieſe Entſtehungsweiſe die gleichartigen Ablagerungen an den Küſten des Canals von England und Frankreich; denn ſobald an zwei ſich gegenüberliegenden Küſten die Ablagerungsmaſſen nicht bloß aus ganz gleichartigen Erdrindemaſſen beſtehen, ſondern auch horizontal liegen und gleiche Schichtenfolge zeigen, ſo daß die Schichten a b c an der Küſte E bei ihrer Verlängerung genau auf die Schichten a^1 b^1 c^1 an der Küſte F ſtoßen würden, darf man wohl annehmen, daß die zwiſchen E und F befindliche Meeresſtraße ihre Entſtehung der abnagenden Kraft der Meeresfluth zu verdanken hat.

§. 50. Die Ueberfluthung der Uferländereien durch die Meereswogen findet hauptſächlich dann ſtatt, wenn die nach der Ebbe zurückkehrende Fluth auf

Landesmaſſen ſtößt, welche entweder vom Meeresniveau an ganz allmählich §. 50.
ſich erheben oder auch geradezu tiefer als dieſes letztere liegen. — Die Ueberfluthung höher gelegener Küſtenländer wird vorzüglich durch die Springfluthen der Aequinoctial-Gezeiten an ſolchen Flachküſten vollzogen, welche ſich nur wenig über das Meeresniveau erheben oder doch nur landeinwärts ſanft anſteigen. Beſtehen nun ſolche Ländereien aus leicht zu ſchlämmendem Erdreiche, ſo wird jede ſie überfluthende Meereswoge bei ihrem Rückzuge mehr oder weniger große Quantitäten deſſelben mit ſich fortſpülen, ſo daß nach und nach eine ſolche Landesſtrecke ganz unter das Niveau des Meeres herabſinkt und vom Meere bedeckt bleibt. Ganz beſonders findet dieſes ſtatt, wenn dieſelbe nicht mit einer dichten, den Erdboden zuſammenhaltenden, Pflanzendecke gegen die Schlämmkraft des Meerwaſſers geſchützt iſt. Beſitzen dagegen ſolche allmählich anſteigende Küſtenländer eine Unterlage von Geröllen und grobem Sand, dann werden die Meereswogen nur bei plötzlicher und heftig anſtürmender Fluth dieſe Länder zerreißen oder auch verſchlingen, dagegen bei mehr allmählich anſteigender, dann aber auch nur allmählich wieder abziehender Fluth vorzüglich ihr leicht ſchlämmbares Erdreich fortführen, ſo daß nach ihrem Abzuge die von ihnen heimgeſuchte Landesſtrecke nur noch aus unfruchtbarem Gerölle oder wüſtem Sande beſteht. Vielleicht ſind auf dieſe Weiſe die, unter dem Namen der „Geeſt" bekannten, wellenförmigen Sandländereien des nordweſtlichen Deutſchlands entſtanden. — Wenn nun aber die Strandzone dieſer Landesgebiete breit, horizontal und mit groben Geröllen bedeckt iſt, ſo nehmen dieſe letzteren der zurückziehenden Meereswoge ihr geraubtes Erdreich wieder mehr oder weniger ab, ſo daß mit der Zeit unmittelbar am Strande eine ſich allmählich erhebende Zone fruchtbaren Landes entſteht, welche ſich ſehr bald dicht mit Pflanzen bedeckt und nun der gewöhnlichen Meeresfluth einen, ihre Reißkraft ſchwächenden, Damm entgegenſtellt.

Die Küſtenländer Hollands und Oſtfrieslands liegen bekanntlich tiefer als das Niveau des angrenzenden Oceans und würden demgemäß von dem letzteren bedeckt ſein, wenn ſie nicht durch gewaltige, — künſtliche und natürliche — Dämme gegen das Ueberfluthen geſchützt wären. — Wenn nun aber der Wogenandrang des Oceans dieſe Dämme durchbricht, wie das namentlich in Holland ſchon oft vorgekommen iſt, dann überfluthet das Meer mit wilder Haſt alle dieſe tiefer oder hohl gelegenen Landesgebiete und verwüſtet nun nicht bloß die Pflanzenculturen und Wohnſitze der Menſchen, ſondern auch das von ihm überfluthete Erdreich, ſo daß, wenn ſein Gewäſſer nicht irgend einen Abzug erhält, zuerſt ein ſalziger Binnenſee und ſpäter ein ſogenannter ſalziger Moraſt an der überfluthetten Stelle entſteht. Der Harlemer und vielleicht der Zuider See ſind ſolche durch Meereseinbruch entſtandene Waſſerbecken, und die meiſten der ſumpfigen Niederungen Hollands und Oſtfrieslands ſind durch die Fluthen des Meeres erzeugt worden und werden noch jetzt durch dieſelben getränkt.

Schließlich muß hier noch erwähnt werden, daß auch oft Küſteneinſenkungen, welche durch Erdbeben herbeigeführt wurden,

die Veranlassung zu Meereseinbrüchen in das anliegende Land geben. So sank im Jahre 1688 in Folge eines Erdbebens ein Theil Smyrnas ins Meer, so daß die Festung, welche sonst durch eine Landenge mit dem Küstenlande verbunden war, zu einer, — 100 Schritte vom Lande entfernten — Insel wurde. Ueberhaupt bieten die von Erdbeben häufig heimgesuchten Küstenländer des griechischen Meeres viele Beispiele von Landesgebieten, welche in Folge von Erdbeben vom Meere überfluthet und vergraben wurden (Vgl. v. Hoff im angegeb. Werke I. Bd. S. 30 ff.).

b. Erosionsschutt.

§. 51. **Arten des Schuttes.** — Durch Nagen, Stampfen und Reiben verschaffen sich die Gewässer um so mehr Schuttmassen, je größer einerseits die Gewalt des sich bahnbrechenden Wassers und je leichter zerstör- oder ausrottbar andererseits die von ihm angegriffenen Körpermassen der Erdrinde sind. Die dem Wasser von der letzteren übergebenen Körpermassen nun stammen theils von dem Reiche der Organismen theils von den mineralischen Massen des Erdkörpers ab.

1) Die Welt der Organismen liefert dem Wasser sowohl Thier- wie Pflanzenreste. — Unter den ersteren machen sich vorzüglich die schwer zerstörbaren Theile des Thierkörpers, so Hörner, Zähne, Knochen, Stacheln, Schuppen, Schnecken- oder Muschelgehäuse und Korallen bemerklich. Diese Arten der Thierreste, vor allen aber die, aus kohlensaurem Kalk bestehenden und an Stickstoffsubstanzen armen oder leeren, Gehäuse der Conchylien und Gerüste der Polypen sind es, welche die Gewässer der Erdoberfläche am häufigsten in ihren Fluthungen mit sich führen. Hiervon machen auch selbst die Fließwasser keine Ausnahme; denn, wie die Untersuchungen des von Flüssen abgesetzten Sandes gelehrt haben, so sind die Aggregationen des letzteren namentlich dann reich an kleinen Conchyliengehäusen, wenn er von Fließwassern, welche aus Kalkgebirgsländern kommen, abgesetzt wird. Indessen verschwindend klein erscheinen die Mengen dieser von Flüssen zusammengeflutheten Conchylienreste gegen die, vorzüglich aus Resten von Conchylien, Strahlthieren und Korallen bestehenden, Aggregationen der Meeresfluthungen; denn es bestehen nicht nur umfangreiche Sandbänke und Inseln im Bette des Oceans aus zusammengeflutheten Conchylien- und Korallenresten, sondern auch viele der von der oceanischen Fluth an den Strand geschleuderten Dünenhügel. — Wenn nun aber auch die Thierreste, welche namentlich die Meeresfluthen mit sich führen, nicht bloß jetzt noch, sondern auch in den verschiedensten Bildungszeiten der Erdrinde eine große Rolle bei dem Aufbaue der letzteren spielen, — denn es bestehen ja mächtige, namentlich aus Kalk- und Mergelgesteinen gebildete, Gebirgsmassen vorherrschend aus ihnen, — so sind doch die von Wasserfluthen zusammengeschwemmten Pflanzenreste in mancher Beziehung von noch größerer Wichtigkeit, indem sie ja die Bildungsmittel von vielen der so wichtigen Kohlenablagerungen der Erdrinde zusammensetzen und auch — merkwürdig genug gerade in ihren mikroskopischen Arten — gar nicht selten als Gemengtheile von Erdrindelagen — z. B. im Polirschiefer, Triepel und Kieselguhr, im Feuerstein und

in der Kreide — auftreten. Von diesen durch das Wasser zusammen- §. 51.
fluthbaren Pflanzenresten soll im Folgenden noch Näheres mitgetheilt werden.

Die Blätter der Pflanzen erhalten sich auf der Wasserfläche um so leichter schwimmend, je breiter sie sind. Dem ungeachtet wird man, namentlich bei flachgründigen Gewässern bemerken, daß sie sich schneller zu Boden senken als gleich große und gleichgeformte Holzbrettchen. Der Grund davon ist jedenfalls darin zu suchen, daß die mit zahlreichen Poren besetzte Unterfläche der Blätter, welche stets der Wasseroberfläche zugekehrt ist, sich voll Wasser saugt, wodurch das Blatt schwerer wird und in Folge davon untersinkt. Darin liegt wahrscheinlich der Grund, warum die von einem Fließwasser fortgeflutheten Blätter in der Regel nicht weit von ihrer Geburtsstätte schon untersinken, wenn anders das sie transportirende Gewässer ein langsam schleichendes oder scheinbar ruhendes ist. Bei diesem Transporte wird man aber auch ferner noch bemerken, daß die Gewässer die auf ihnen schwimmenden Blätter stets aus ihrer Fließrinne weg seitwärts nach den Ufern hin schieben, so daß man dann in der nächsten Umgebung dieser letzteren die größten Mengen der untergesunkenen Blätter findet. Endlich wird man in flachen, gerölreichen, Fließwassern (Bächen) finden, daß alle untersinkenden Blätter, angezogen von den feuchten Flächen der Gerölle, sich in langen Reihen hinter diesen letzteren ansammeln und zwar in der Weise, daß alle Blätter senkrecht auf ihren Kanten stehen und gegenseitig mit ihren breiten Flächen — ähnlich wie Münzen in einer Geldrolle — an einander liegen. Bei der endlichen Zersetzung ihres Blattgewebes bleiben dann nur noch die verkohlten Blattrippen übrig, welche theils ein parallel-, theils ein filzig-faseriges Aggregat bilden, welches in der That einer Faserkohle sehr ähnlich ist. Sollten nicht in vielen Fällen die in die Länge gezogenen Nester von parallelfaseriger Stein- und Braunkohle in ähnlicher Weise entstanden sein, wie die kohligen Fasermassen untergegangener und vermoorter Blätter? —

Weit in die Augen fallender sind die Fortfluthungen von Baumstämmen. Wo Fließwasser in wilder Hast ihre Ufer zerreißen, da entführen sie auch Sträucher und Bäume ihrer Heimathsstätte. Sind nun die Betten dieser Gewässer schmal, da legen sich nicht selten die fortgeflutheten Baumstämme quer durch diese Betten, daß sie von Ufer zu Ufer reichen und sich nun an diesen mit ihren Wurzeln und Aesten so fest klammern, daß das Fließwasser gestaut wird und all seinen Schutt hinter diesen Baumstämmen absetzen muß. Aber durch diesen Schuttwall wird nun die Wassermasse dieser Fließwasser so zusammengedrängt, daß sie am Ende entweder sich seitwärts von ihrem seitherigen Bette ein neues gräbt oder mit voller Gewalt den sie hemmenden Wall durchzwängt und mit sich fortreißt. — Sind dagegen die Betten eines Fließwassers breit und nicht sehr tief oder doch in ihrer Mitte mit Untiefen versehen, dann

§. 51. bleiben häufig die fortgeflutheten Baumstämme mit ihren Wurzeln oder Kronen an diesen Untiefen hängen und bilden dann Fangnetze für alle weiter herbeigeflutheten Schuttmassen, so daß sich im Zeitverlaufe um sie herum und über ihren Massen Inseln bilden, welche oft das Eigenthümliche haben, daß sie wieder unter Wasser sinken und dann Untiefen bilden, sobald die, ihre Unterlage bildenden, Baumstämme in Folge ihrer Verkohlung zusammensinken. — Wenn endlich ein Fluß breit, tief und langsam fließend ist oder wenn er durch ein Seebecken zieht, dann schiebt er, ähnlich wie die Blätter, alle von ihm fortgeflutheten Baumstämme aus seiner Fließrinne heraus seitwärts nach seinen Ufern hin und zwar am meisten nach den, in diese letzteren einschneidenden, Buchten, wodurch es sich erklären läßt, daß namentlich in den Seitenbuchten so vieler Ströme Braun- und Torfkohlenlager vorkommen.

Es vertragen übrigens nicht alle Holzarten einen weiten Transport durch die Fließwasser; vielmehr lehrt die Erfahrung, daß alle Baumstämme mit sehr lockerem, weichem oder saftreichem Holze, theils sehr leicht in fließendem Wasser verfaulen und zerfallen, theils sich so voll Wasser saugen, daß sie sehr bald im Wasser untergehen, während Baumstämme mit dichtem, hartem oder von harzigen oder balsamischen Säften durchzogenem, Holze der Verwesung stark widerstehen und sich auf weite Strecken hin sowohl von Flüssen wie von Meeresströmungen wohl erhalten transportiren lassen. Hierin liegt der Grund, warum unter den an arktischen Küsten — z. B. auf Spitzbergen und Novaja Semlja — durch die Meeresströmungen angeflutheten Holzstämmen vorzüglich Nadelhölzer und Birken zu finden sind, aber keine Holzarten des tropischen Amerikas, trotzdem daß der Golfstrom sie hätte dahin führen können.

Herr von Heuglin theilt im III. Bande seiner Reisen nach dem Polarmeere Folgendes über die höchst merkwürdigen Anflötzungen von Treibhölzern an den arktischen Küsten mit: Die verschiedenartigen, von den Meeresströmungen hergeführten und mit Geröll und Sand am Ufer ausgeworfenen fremdartigen Producte, insbesondere die Treibhölzer, bieten den Bewohnern der baumlosen Polargegenden ein ganz unentbehrliches Existenzmittel. Je nach der ursprünglichen Heimath der Hölzer, Früchte und anderer schwimmender Körper läßt sich der Weg verzeichnen, welchen die hauptsächlichsten Meeresströmungen nehmen, und aus dem Vorhandensein jener Producte südlicherer Himmelsstriche mit Sicherheit auf ein zeitweises Freiwerden der arktischen Meere von Treibeis schließen.

Die stetige Ansammlung von Treibholz an einzelnen Punkten der arktischen Küsten ist eine ungeheure und jene Holzarten, welche die mächtigen Kohlenflötze auf Spitzbergen und an den sibirischen Küsten zusammensetzen, werden höchst wahrscheinlich in ähnlicher Weise an Ort und Stelle geführt und dort verschlämmt worden sein.

Diejenigen Stämme, welche ihre ursprüngliche Form und Textur in mehr oder weniger vollkommener Weise bewahrt haben, zerfallen in zwei verschiedene Gruppen, nemlich in solche, welche offenbar einer älteren Periode angehören, und in andere, die sich jetzt noch beständig am Strande anhäufen.

Diese letzteren liegen in der Gegend der Fluthmarke zerstreut oder haufenweise gruppirt, jene finden sich oft meilenweit im Innern, auf

beträchtlicher Höhe über dem Meeresſpiegel, ſelten am Tage, ſondern in die verſchiedenen Stufen eingebettet, welche die Stelle des einſtigen jetzt gehobenen Ufers bezeichnen. Man hat dieſelben mit der Benennung Noah-Holz belegt. §. 51.

Das Noah-Holz tritt wohl auch in vereinzelten Stämmen, zumeiſt jedoch in mehr oder minder mächtigen Neſtern auf und zwar ſchichten- und flötzweiſe. Hin und wieder laſſen ſich mehrere übereinander ruhende Lager erkennen. Die Balken ſind in einer dem alten Ufer parallelen Richtung an- und aufeinander gereiht. Ihre Lagerſtätten beſtehen in Geröll, Grus, Sand, Torf oder Schlamm.

Für das relativ hohe Alter des Noah-Holzes ſprechen neben der Art ſeiner Ablagerung auch eine Menge gleichzeitig vorkommender calcinirter Muſcheln, welche zum Theil ſolchen Formen angehören, die heutzutage nicht mehr in den benachbarten Meeren wohnen.

Die Beſchaffenheit des Holzes hängt von der Art der Verſchlämmung ab. Es beſteht in mehr oder minder kräftigen, ganzen oder zerſplitterten, ihrer Rinde entblößten Balken. Sind dieſe in weichen Sand abgelagert, ſo iſt das Holz beſſer erhalten, trockener, härter und demgemäß zur Feuerung tauglicher.

Jene Stämme dagegen, welche im Thon, oder mit Erde und Torf untermiſchtem Geröll und Grus gefunden werden, erweiſen ſich als morſch, mulzig, und erfüllt von einer ſolchen Menge von Feuchtigkeit, daß ſie ſich wie ein Badeſchwamm ausdrücken laſſen. Auch die Farbe der Holzfaſer iſt durch die theilweiſe Zerſetzung in ein intenſives und ſchmutziges Braungelb oder Graubraun übergegangen. Das Holz ſelbſt beſitzt die Fähigkeit zu brennen nur in ſehr geringem Grade.

Das ſibiriſche Noah-Holz ſcheint vorzüglich der Lärche, wohl auch der Pichta (ſibiriſchen Fichte), der Tanne und der Birke anzugehören, alſo ausſchließlich noch lebenden Baumarten. Es enthält hin und wieder Harz mit Einſchlüſſen von Inſecten.

Als Naturkräfte, welche bei den gegenwärtig noch vor unſern Augen ſtatthabenden Anſchwemmungen mitwirken, bezeichne ich neben dem Golf- und dem Polarſtrom die Küſtenſtrömungen, die Springfluth, ſowie die Drift im engeren Sinne des Wortes, bei welcher heftige Seewinde thätig ſind. Selbſt das Treibeis dient zuweilen als Mittel, Gegenſtände, welche das Waſſer nicht zu tragen vermag, wie Erde, Geröll und größere Geſteinsmaſſen, von einer Küſte zur andern zu führen.

Nicht jede Küſtengegend iſt geeignet, derartige Anflötzungen aufzunehmen. Vor allem muß die Strömung, welche Treibhölzer führt, gegen das Ufer ſetzen. Auch gewährt nur ein wenig geneigtes Geſtade den geſtrandeten Stämmen den nöthigen Halt gegen Hochfluth verbunden mit Landwinden.

Reiche Funde von Treibholz trifft man auf Spitzbergen an einzelnen Punkten der Nordküſte, vorzugsweiſe am Nordoſt-Land, am Weſtufer des Stor-Fjord bis zum Süd-Cap, am Südgeſtade der Ginevra-Bai, in der Freeman-Straße und auf der Oſtſeite von Stans-Foreland und der Barents-Inſel, angeblich auch auf den Tauſend-Inſeln, hier jedoch wohl nur auf der öſtlichen Gruppe, endlich auf der Nordſeite von König-Karls-Land.

Einige Inſeln und Buchten der Südküſte von Novaja Semlja ſollen ebenfalls Lager von Treibholz enthalten; unermeßlich iſt die Menge, welche am Oſtufer durch den Kara-See angeſchwemmt wird. Hieraus geht hervor, daß die Stämme faſt ausſchließlich aus Nord, Nordoſt oder Oſt, alſo durch Polarſtrömung herbeigeführt werden.

Die Unterſuchung zahlreicher Treibholzproben von Spitzbergen und Novaja Semlja lehrt uns, daß dieſelben zum allergrößten Theil den Hoch- und Buſchwäldern des nördlichen Europa und Aſien entſproſſen ſind. Bäume, Rinde und Sträucher werden durch die zahlreichen

§. 51. Ströme, welche in das Eismeer münden, zu Thal geführt. Auf See angelangt, gerathen ſie in den Bereich einer Küſtenſtrömung, welche zum Theil ihren Urſprung den ſüßen Gewäſſern ſelbſt verdankt. Wind und Wogen rollen die Stämme umher und entkleiden dieſelben nach und nach vollends ihrer Gipfel, Aeſte, Rinde und der ſchwächeren Wurzelſtücke. Endlich erfaßt wohl der Golfſtrom die meiſten dieſer Irrgäſte und treibt ſie weit nordwärts, vielleicht bis gegen einen Eisgürtel, um dieſelben erſt nach langer Wanderung auf dem wilden Meer an den Polarſtrom abzugeben, der die gebleichten Balken endlich in einer ihrem früheren Weg entgegengeſetzten Richtung auf den Sandbänken und flachen Küſten von Novaja Semlja oder Spitzbergen ſtranden läßt.

Solche Treibhölzer erhalten ſich durch Reihen von Jahren in ziemlich geſundem Zuſtande. Die herrſchende niedrige Temperatur, verbunden mit der Trockenheit der Luft, verzögern den Verkohlungsproceß außerordentlich. Balken, welche notoriſch länger als ein Jahrhundert am Ufer gelegen haben, können heute noch als Baumaterial dienen, zumal wenn ſie ringsum etwas behauen werden, indem die Oberfläche und namentlich die auf der Erde ruhende Seite früher morſch werden, als der Kern des Holzes.

An zahlreichen Stämmen finden ſich noch die Bohrlöcher verſchiedener Inſecten-Larven. Andere zeigen auf ihrer Oberfläche tiefe Längsriſſe, und dieſe zuweilen etwas ſpiralförmig gewunden. An Brennkraft verliert dieſes Holz natürlicher Weiſe mit der Zeit ebenfalls, doch konnten wir daſſelbe häufig noch mit Vortheil zur Heizung der Dampfmaſchine verwenden.

Nur in der Nähe der ruſſiſchen und ſibiriſchen Küſten, namentlich an dieſen ſelbſt, ſowie auf Waigatſch und im ſüdlichen Novaja Semlja finden ſich auch kleinere Trümmer von Treibholz, Rinde, Wurzelſtücke, Krummholz und Theile von Sträuchern. Je weiter man nach Norden vordringt, umſomehr verſchwinden dieſe und es herrſchen dann ſtärkere Stämme vor, gemiſcht mit Walthierknochen, Algen, Gehäuſen von Schalenthieren und Gegenſtänden aus dem Haushalt der Fiſcher und Seeleute, wie Schiffstrümmer, Fanggeräthſchaften, Glaskugeln und Korkbojen, wie ſie bei den Stellnetzen im nördlichen Norwegen angewendet werden.

Die zuletzt erwähnten Gegenſtände, ſowie die wohl erhaltenen Früchte einer weſtindiſchen Leguminoſe, hat man hin und wieder an der Nordküſte von Spitzbergen und Novaja Semlja gefunden, einmal auch ein Paar Bambusſtangen und ein amerikaniſches Petroleumfaß und es unterliegt wohl nicht dem mindeſten Zweifel, daß alle dieſe weſtlichen Producte unmittelbar durch den Golfſtrom aus ihrer Heimath in die arktiſchen Gewäſſer geführt wurden. Ebenſo dürften die Bimsſteine, welche am Nordrand von Spitzbergen ausgeworfen werden, auf demſelben Wege von Island dorthin gelangen.

2) Das meiſte Material übergeben die mineraliſchen Erdrindemaſſen den Gewäſſern zum Transport. Jeder Regenrieſel führt von den Gehängen der Berge den Bächen etwas Erdſchutt zu. Starke Gewittergüſſe, Wolkenbrüche und Schneeſchmelze bringen ihnen außer Erdſchlamm auch noch Sand, Gerölle und Felsblöcke. Die Fließwaſſer ſelbſt endlich vermögen ſich durch Stampfen, Stoßen und Reiben theils von den Ufern theils von der Sohle ihrer Fließrinne ohne Aufhören Felsſchutt zum Transport zu verſchaffen. Die auf dieſe Weiſe in den Betten der Fließwaſſer vorkommenden Steinſchuttmaſſen, welche anfangs als eckige und ſcharfkantige Felstrümmer theils von gewaltigem Umfange (— ſoge-

abſetzen. Kommt nun nach ſolchen Jahren wieder eine regenreiche Zeit, ſo bildet ſich auf dieſen Sandlagen eine faſt nur aus Erd- oder Humusſchlamm beſtehende Ablagerung.

So lange nun ein Fließwaſſer noch hinlängliche Geſchwindigkeit und Tragkraft beſitzt, erhält es ſeinen Stein- und Erdſchutt in der Schwebe, ſowie aber dieſe abnimmt, dann läßt es denſelben nach und nach zu Boden ſinken.

§. 52. **Orte und Art der Schuttablagerung.** — Wie ſchon im §. 19 mitgetheilt worden, ſo hängt die Menge und Größe des transportirbaren Schuttes einerſeits von der Geſchwindigkeit, andererſeits aber auch von der Waſſermenge eines Gewäſſers ab. Dem gemäß wird daſſelbe unter den gewöhnlichen Verhältniſſen weder in der ganzen Breite, noch in der ganzen Länge ſeines Fließbettes alle Arten des Steinſchuttes mit ſich führen und abſetzen können. Nur wenn in Folge von ſtarkem Schneeſchmelz oder heftigen und lang andauernden Regenniederſchlägen oder auch von dem Uferdurchbruche eines Sees die Waſſermenge eines Fließwaſſers plötzlich und übermäßig anſchwillt, — nur dann kann das letztere auch gegen ſeine ſonſt ſchwache Tragkraft große Felsblöcke mit ſich führen und an Orten abſetzen, wo es ſonſt nur haſelnußgroße Gerölle, Sand und Erdſchlamm zeigt. — Aber umgekehrt kann nun auch ein Gewäſſer, welches gewöhnlich groben Steinſchutt, aber keinen Erdſchlamm abſetzt, in ſeinem Bette Ablagerungen des letzteren bilden, wenn entweder ſeine Waſſermenge in Folge von lang andauernder Regenloſigkeit oder ſtarker Hitze ſo klein geworden iſt, daß ſie nur noch fein zertheilten Schlamm, aber keine Gerölle mehr mit ſich führen kann, oder wenn in ſeiner, ihn mit Schutt verſorgenden, Umgebung nur noch erdige Ablagerungen vorhanden ſind.

Im Allgemeinen nun kann man in Beziehung auf die Ablagerungsorte und die Art des an denſelben abgeſetzten Steinſchuttes folgende Erfahrungsſätze aufſtellen.

Ein Fließwaſſer ſetzt von dem, ihm beigemengten Felsſchutte ab:

in ſeinem:	bei gewöhnlicher Waſſermenge in der Breite ſeines Bettes:		bei hoch angeſchwollener Fluth:	
	an den Ufern	in der Mitte	an den Ufern	in der Mitte
Oberlaufe, wenn ſeine Fließgeſchwindigkeit in 1 Secunde über 4 Fuß beträgt:	Felsblöcke über 1 Fuß Durchmeſſer, untermiſcht mit über eigroßen eckigen Geröllen.	Wenig oder keine, kleinere Blöcke, vorherrſchend aber eckige Gerölle.	Aller bei gewöhnlicher Fluth abgeſetzte Felsſchutt wird fortgeſpühet.	
Mittellaufe, wenn die Fließgeſchwindigkeit in 1 Secunde weniger als 4 Fuß und mehr als 6 Zoll beträgt:	Grobes Gerölle von 3 bis 6 Zoll Durchmeſſer, dazwiſchen kleines 1 bis 2 Zoll durchmeſſendes Geröll und zwiſchen demſelben grober Sand, ſpäter auch feiner Sand und etwas Erdſchlamm.	Nach der Mitte des Bettes zu nimmt das Gerölle ab, der Sand und Erdſchlamm zu, aber in der Mitte ſelbſt hält ſich der Fluß die Fließrinne offen.	Unmittelbar am und auf dem Ufer Blöcke und grobes Gerölle, zwiſchen und hinter demſelben landeinwärts kleineres Gerölle u. Sand.	Keine Niederſchläge in Folge der ſtarken Strömung.
Unterlaufe, wenn die Fließgeſchwindigkeit unter 6 Zoll herabſinkt:	Wenig kleine abgerundete Gerölle, mehr grober Sand, am meiſten feiner Sand und Erdſchlamm.	Feiner Sand und vorherrſchend Erdſchlamm.	Auf dem angrenzenden Lande und im Fluſſe feine Gerölle, feiner Sand und viel Erdſchlamm.	Wenig Sand, viel Erdſchlamm; die eigentliche Fließrinne bleibt rein.

§. 52. Nach der vorstehenden Uebersicht setzt demnach ein Fließwasser den von ihm fortgeflutheten Schutt schon in den verschiedenen Längen- und Breitenräumen seines Bettes ab. Indessen erscheinen die hierdurch entstehenden Schuttablagerungen nicht gleichmäßig über die genannten Räume seines Bettes vertheilt. Nur da, wo die Sohle eines solchen Bettes ganz eben ist und die Uferwände keine Vorstöße bilden, sich nicht hin und herwinden und parallel einander gegenüber stehen, kann insofern eine solche gleichmäßige Ablagerung des Schuttes stattfinden, als überall in unmittelbarer Berührung mit den Ufern vor den Wänden derselben eine Schuttzone entsteht, welche sich allmählich immer weiter nach der Mitte des Bettes hin vergrößert. Diese Uferschuttzone, — welche einerseits schon dadurch, daß jedes rasch fließende Gewässer seinen Schutt nach den beiden Seiten seiner Fließrinne drängt, und andererseits noch mehr dadurch entsteht, daß durch die Anziehung der Uferwände das Fließwasser aufgehalten und so zur Niederschlagung seiner Schutttheile genöthigt wird, — zieht quer durch das Flußbett hindurch und ist ihrer Entstehung gemäß zunächst den Uferwänden am höchsten und fällt von beiden Ufern nach der Mitte des Flußbettes hin sanft ab, so daß seine ursprüngliche Querdurchschnittslinie eine concave wird (Fig. 51), — ein Umstand, durch welchen die Höhe der Fließwassermasse nach den Ufern hin so abnimmt, daß in der Nähe dieser letzteren ihre Tragkraft immer schwächer wird und in Folge davon ihre Schuttablagerung so in die Höhe wächst, daß sie zuletzt über den Wasserspiegel hervortritt. Während nun aber so der Schutt nach beiden Ufern hin wächst, wird umgekehrt die Masse des Fließwassers nach der Mitte des Fließbettes höher und so zusammengeengt, daß dadurch ihre Geschwindigkeit und Reißkraft bedeutend stärker wird und sie nun nicht nur die an der Sohle befindliche Schuttablagerung zum großen Theile wieder mit fortreißt, sondern auch seitwärts von der Uferschuttmasse wieder soviel abschlämmt, daß diese, so lange sie schlammig weich ist, nachrutscht und wieder niedriger wird. Zwar häuft nun das von Neuem überfluthende Wasser wieder Schlamm auf, aber all' der sich wieder aufhäufende Schlamm wird erst dann zum festen Absatze kommen, wenn in Folge von anhaltender Trockenheit die Masse des Fließwassers durch den Verdunstungsproceß stark gesunken und der so bloßgelegte Schlammabsatz ausgetrocknet und fester geworden ist. Am ersten wird er noch dann der Wiederabschlämmung widerstehen, wenn er auf einer Unterlage von Blöcken, Geröllen und grobem Sand ruht, denn diese Massen bilden wahre Fangnetze für den feinen Sand und Erdschlamm, gewähren demselben in den zwischen ihren Individuen befindlichen Lücken Anhaftung und verbinden sich dann auch mehr oder minder fest zu einer compacten, der Schlämmkraft des Wassers widerstehenden, Masse. Und hat dann vollends erst eine Pflanzenwelt mit tief eingreifenden Wurzeln sich auf der schlammigen Schuttabla-

Fig. 51.
Querschnitt eines Flußbettes mit Schlammablagerungen a a.

§. 52. gerung angesiedelt, dann hält diese mit ihren zahllosen Klammerwurzeln allen Erdschlamm fest und hilft seine Masse auch noch dadurch vermehren, daß sie mit ihren Stengeln und Blättern alle Schlammtheile des überfluthenden Fließwassers zwischen sich ansammelt. Alle diese Erscheinungen finden aber in der eben angegebenen Weise nur in Flußbetten statt, deren Sohle eben ist und allmählich abfällt, während ihre Uferwände parallel neben einander hinlaufen und an ihrer Seitenfläche keine starke Vorstöße besitzen. Sowie sich diese Verhältnisse in irgend einer Weise ändern, dann zeigen sich auch die Orte und Weisen ihrer Ablagerungen anders.

Geht man von dem Erfahrungssatze aus, daß alles, was ein Fließwasser zum Langsamfließen oder gar zum — wenn auch nur augenblicklichen — Stillstande nöthigt, seine Tragkraft schwächt und in Folge davon einen Niederschlag seiner Schutttheile herbeiführt, so wird man finden, daß Schuttablagerungen sich innerhalb eines Flußbettes an folgenden Orten bilden müssen:

1) an derjenigen Stelle, an welcher ein Fließwasser aus einer sehr schief gelegenen Bahn in eine fast horizontale tritt und hierdurch genöthigt wird, mit einem Male aus der reißenden in die gleitende oder gar schleichende Bewegung überzugehen. Dieses findet hauptsächlich bei der Uebergangsstelle eines Baches aus dem Gebirge ins Vorland statt. An dieser Stelle bildet sich in der Regel eine mächtige, abgestumpft kegelförmige Terrasse von grobem Steinschutt, an welche sich dann eine Sand- und Erdschlammzone absetzt, welche mit der Zeit nicht nur in der Richtung des Fließbettes immer weiter vordringt, sondern auch immer höher wird und eine durchgreifende Erhöhung des Flußbettes zur Folge hat, so daß am Ende das Fließwasser seine beiderseitigen Ufer überschreitet und das umliegende tiefere Land so lange überfluthet hält, bis sich auf demselben ebenfalls eine Schuttablagerung von der Höhe gebildet hat, daß das Fließwasser bei gewöhnlichem Wasserstande dieselbe nicht mehr überschreiten kann. Am deutlichsten sieht man diese Verhältnisse bei dem Po, dessen Flußbett höher liegt als die Uferländereien, aber durch seine, theils von ihm selbst, theils durch Kunst aufgehäuften, Uferwälle in seinem Bette zurückgehalten wird. Aber auch da, wo ein Gebirgsbach in das Gebirgsvorland tritt, gewahrt man nicht bloß im Bette, sondern auch auf den beiderseitigen Uferländereien desselben bedeutende Ablagerungen von Stein- und Erdschutt, welcher nicht selten unterhalb der Bettsohle 30 und mehr Fuß Mächtigkeit hat, ehe man auf die ursprüngliche, aus festem Fels bestehende, Grundsohle stößt. Dieses ist z. B. der Fall im Lauchagrunde am nördlichen Abhange des Thüringerwaldes. — Ebenso bildet sich da, wo ein Gebirgswasser in einen See stürzt, eine starke Schuttzone, welche immer weiter nach der Mitte des letzteren vordringt. Eine solche Schutthalbinsel, auf welcher gegenwärtig schon ein Dorf steht, bildet der Innfall, an seiner Einsturzstelle in den Silvaplaner See.

2) Ebenso entstehen an der Stelle, an welcher reißende Gebirgsbäche in einen wasserreichen, aber langsam fließenden Fluß einmünden, Ablagerungshügel von Blöcken und Gerölle, zwischen

deren Maſſen ſich ſoviel Sand und Erdſchlamm abſetzt, daß zuletzt eine über den Waſſerſpiegel des Fluſſes hervortretende, ſich bald mit Pflanzen bedeckende, Halbinſel entſteht. Bei dieſer Schuttablagerung beſtimmt jedoch der Winkel, unter welchem der Bach einmündet, den Ort und die Art der Ablagerung. Steht nemlich die Bachmündung ſenkrecht auf der Stromrichtung, ſo legt ſich der vom Bache herbeigefluthete Schutt quer vor die Bachmündung und wird dann ſpäter vom durchbrechenden Bache in zwei Halbinſeln zertheilt. Es kommt aber auch vor, daß ein in einen größeren, langſam fließenden, viel Schlamm enthaltenden, Fluß einmündender Nebenfluß nach ſeiner Mündung hin zunächſt einen rückwärts weit ins Land eindringenden, breiteren Flußbuſen bildet, welchen er der Länge nach durchfließen muß, ehe er in ſeinen Hauptfluß gelangt. In dieſem Falle ſetzt er an ſeiner Mündung in den letzteren all ſeinen Landſchutt quer vor ſeiner Mündung ſo ſtark ab, daß allmählich eine breite Flußnehrung entſteht, welche ſeine Mündung ganz oder bis auf einen ſchmalen Einmündungscanal verſchließt und ſeinen ehemaligen Buſen in einen ganz abgeſchloſſenen Landſee umwandelt. (Alles dieſes gewahrt man z. B. an den Ufern der im ſchwarzen Meere mündenden Sulina; denn die zahlreichen, zum Theil großen Landſeen an der Nordſeite dieſes Fluſſes z. B. der Kagul-, Jalpuch- und Kuttabugſee, ſind nichts weiter als ſolche, gegenwärtig durch Landſchutt von der Sulina abgeſchnittene Seitenbuſen dieſes Fluſſes.) — Bildet dagegen die Bachmündung einen ſpitzen Winkel mit der Stromrichtung, dann entſteht ſtromabwärts innerhalb des ſpitzen Winkels eine vom Bachufer vorſpringende dreieckige Schuttzunge, hinter welcher ſich aus dem Schlamme des Fluſſes eine am Ufer des letzteren hinziehende Halbinſel erzeugt. Wenn nun, wie dieſes häufig der Fall iſt, abwechſelnd von den beiderſeitigen Ufern Bäche in einen Fluß einmünden und jeder derſelben eine Schutthalbinſel an ſeiner Mündung abſetzt, ſo wird dadurch der Fluß von ſeiner gradlinigten Richtung abgelenkt und von einer jeden dieſer Halbinſeln zu der ihr ſchräg gegenüber liegenden hingeſchleudert, ſo daß er nun einen ſchlängelnden oder ſerpentinirenden Lauf bekommt. Indem aber bei dieſem Laufe das Fließwaſſer an jeder der Schutthalbinſeln geſtauet wird, ſetzt es mehr Schutt nicht nur an dieſen letzteren, ſondern auch in den Räumen ſeines Bettes ſelbſt ab, wodurch deſſen Sohle mehr und mehr erhöht wird und ſich Inſeln bilden. §. 52.

3) Wie in dem eben angegebenen Falle, werden auch zickzackig ſich gegenüber liegende Halbinſeln und Inſeln, ſowie in Folge davon ein ſchlängelnder Flußlauf erzeugt, wenn an den beiderſeitigen Ufern ſchräg einander gegenüber mehr oder minder tief in die Maſſe einſchneidende Buchten liegen. Dieſe Buchten befördern die Schuttabſetzungen eines Fließwaſſers umſomehr, je tiefer ſie in die Ufermaſſe einſchneiden und je enger ihr Eingang iſt. Dabei wird aber zugleich dieſe Ufermaſſe in jeder Bucht, wenn ſie aus aufgeſchwemmtem Lande beſteht, von dem in ſie eindringenden Waſſer mehr und mehr unterwaſchen, bis ſie zuſammenſtürzt und die Schuttablagerung ſo erhöht, daß ſie über den Waſſerſpiegel hervortritt. Dieſe Schuttniederſchläge in den Buchten eines Flußbettes würden allmählich alle Buchten ausfüllen und ſo die Uferwände parallel machen,

§. 52. wenn nicht von Zeit zu Zeit wieder durch Anſchwellung das Fließwaſſer einen mehr oder minder großen Theil des Buchtenſchuttes mit ſich fortführte, um ihn dann bei ſeinem Rücktritte aus der Bucht theils an ſeinem Austrittspunkte aus der letzteren, theils in der Mitte, theils erſt am entgegengeſetzten Ufer als Landzunge oder Inſel wieder abzuſetzen.

4) Wenn ferner ein raſch fließendes und ſchuttreiches Gebirgsgewäſſer unter einem Winkel in ein breites Vorlandsthal tritt, ſo nagt es ſich zuerſt an der Stelle, an welcher es das eine Thalgehänge ſtreift, eine flache, immer breiter werdende Bucht aus, dann aber legt es in derſelben all ſeinen Schutt ab, ſo daß nicht nur die erſt genagte Bucht ausgefüllt, ſondern auch eine immer weiter in das Flußbett hineinragende, breite, halbeirunde, aus grobem Steinſchutte beſtehende, Halbinſel entſteht, durch welche das Fließwaſſer von ſeiner urſprünglichen Fließbahn abgelenkt und ſchief durch die Thalfläche nach dem gegenüberliegenden Thalgehänge getrieben wird. Indem es nun aber auch an dieſem wieder eine Bucht nagt und eine Schutthalbinſel bildet, wird es auch von dieſem Thalgehänge wieder abgelenkt, ſo daß es nun endlich ſein Fließbett in der Mittellinie des Thales bekommt. Durch dieſe verſchiedenen Ablenkungen eines Fließwaſſers innerhalb eines Thalgebietes erhält zunächſt dieſes letztere zwei ſtark hervortretende Schuttablagerungen an ſeinen beiden Seitengehängen, welche die ehemaligen Flußbetten des Gewäſſers bezeichnen, und eine längs der Thalmitte lagernde, niedrigere Ablagerung, welche in dem noch gegenwärtigen Ablagerungsgebiete des Fließwaſſers lagert. Aber weil nun die Schuttablagerungen an den Thalgehängen höher ſind, als die Ablagerungen in der Umgebung des jetzigen Flußbettes, kann man zu der falſchen Annahme gelangen, daß ehedem das Fließwaſſer weit waſſerreicher geweſen ſei und in Folge deſſen höher geſtanden und ſein Fließthal in deſſen ganzer Breite ausgefüllt habe. Man kann dieſe Erſcheinung in vielen Vorlandsthälern, — z. B. recht ſchön im Thale der Hörſel bei Eiſenach — beobachten.

5) Wie in den eben erwähnten Fällen die Einbuchtungen, ſo ſind ferner auch alle irgend aus den Uferwänden hervorragenden Vorſprünge, ſeien es nun Felsklippen, Blöcke, Mauern oder ſelbſt in das Flußbett hineinragende Baumwurzeln, Haftpunkte, hinter oder an denen ein Fließwaſſer ſeinen Schutt abſetzt. Und ebenſo kann jede aus der Sohle eines Flußbettes hervortretende Unebenheit, ſeien es nun Steinblöcke, Brückenpfeiler oder untergeſunkene Baumſtämme zur Bildung einer Inſel und durch dieſe zu einer Theilung des Fließwaſſers in zwei Arme, ja zur vollſtändigen Veräſtelung deſſelben Veranlaſſung geben. Alles dieſes findet zumal da ſtatt, wo ein Fließgewäſſer auf einer faſt wagerechten Ebene ſich langſam fortwälzt, wie man namentlich an den zahlreichen, von Bäumen, Culturländereien und menſchlichen Wohnungen bedeckten, Inſeln des ſogenannten Spreewaldes bei Lübben in der Provinz Brandenburg und an dem ſich vielfach veräſtelnden Rheine in Holland beobachten kann.

6) Es kann dann weiter auch vorkommen, daß wenn ein ſolches langſam ſchleichendes Gewäſſer in der eben beſchriebenen Weiſe zahlreiche Inſeln und Sandbänke gebildet hat, ſich auch die noch offenen Canäle zwiſchen

dieſen letzteren ganz ausfüllen und verſtopfen, ſo daß mit einem Male das Fließgewäſſer zum vollſtändigen Stillſtande gebracht wird und in Folge davon zunächſt alle ſeine von ihm herbeigefluteten Sand- und Schlammtheile theils hinter theils auch auf dem ſchon vorhandenen Schuttwalle vollends abſetzt, dann aber ſich einen neuen Fließcanal nagt, welcher unter einem mehr oder minder ſpitzen Winkel von dem alten Flußbette abgeht und ſich im Verlaufe der Zeit ebenſo wie dieſer letztere wieder verſtopfen und hierdurch das Gewäſſer nochmals zur Bildung eines neuen Canals zwingen kann. In dieſer Weiſe hat die Weichſel ſich ſeit Menſchengedenken ſchon mehrere Male ein neues Bett nagen müſſen; denn die über Marienburg nach dem friſchen Haffe fließende Nogat z. B. iſt nichts anderes als ein Arm der Weichſel, welche aber in der neueren Zeit ſchon wieder mehrere Male ihr Bett hat verändern müſſen. Daſſelbe iſt der Fall bei dem unteren Laufe des Rheins in Holland. §. 52.

Ebenſo iſt allen Andeutungen — z. B. ihren Geröllen — nach die Oder ehedem nicht von Frankfurt an nordwärts nach Stettin, ſondern weſtwärts über Müllroſe in das Spreethal nach Berlin und von da nordweſtwärts nach Wittenberge und Hamburg gefloſſen; während die Elbe von Magdeburg aus durch den — ſpäter ſich aufthürmenden und dann ihren Lauf verändernden — Drömling in das Allerthal und von da nach Verden floß, wo ſie ſich mit der Weſer verband und nun über Bremen zur Nordſee wälzte.

7) Wenn ferner ein in einem ſchmalen, tiefen Flußbette eingeſchloſſenes, Fließwaſſer mit einem Male in ein breites Bett eintritt und ſich nun in demſelben ausbreitet, ſo ſetzt es in Folge ſeines Flachwerdens und der dadurch ſchwächer gewordenen Tragkraft all ſeinen Schutt in dem breiteren Bette ab, ſo daß eine Menge Inſeln entſtehen, zwiſchen denen nun das Fließwaſſer veräſtelt hinfließt.

8) Endlich bildet auch die Mündungsſtelle eines Fließwaſſers in ein tiefes, ſtehendes Gewäſſer den Ablagerungsort für all den von ihm herbeigeführten Schutt. An welcher Stelle der Mündung alsdann eine Schuttablagerung erfolgt, das hängt einerſeits von der Geſtalt der Mündung, andererſeits von dem Winkel, unter welchem ein fließendes Waſſer in ein ſtehendes einmündet, und endlich auch noch von der Richtung der Strömungen des letzteren ab.

In einem ſtehenden Gewäſſer, deſſen Waſſermaſſe ſich in ſcheinbar vollſtändiger Ruhe befindet und nicht durch immer wiederkehrende, regelmäßige Strömungen (z. B. durch Ebbe und Fluth) in Bewegung geſetzt wird, bildet die Waſſermaſſe deſſelben eine Querwand, durch welche das in ſie eindringende Fließwaſſer umſomehr geſtauet wird, je langſamer oder je waſſerärmer oder je ſchlammreicher das einmündende Fließwaſſer einerſeits und je tiefer das ſtehende Gewäſſer andererſeits iſt. Unter dieſen Verhältniſſen wird ſich ſtets quer vor der Mündung des Fließwaſſers eine Schuttablagerung bilden, deren ſpecieller Ablagerungsort nun abhängig iſt theils von der Stärke der Strömung theils von der Form der Mündung eines Fließwaſſers. Beſitzt dieſes letztere eine ſo kräftige Strömung, daß es den Widerſtand des ſich ihm entgegenſtemmenden ſtehenden Gewäſſers überwinden kann, dann ent-

§. 52. ſteht erſt in einiger Entfernung vor der Mündung ein Schuttwall oder eine Barre, welche entweder als Sandbank vom Waſſer bedeckt bleibt, oder als eine flache Inſel über den Waſſerſpiegel hervortritt. Dieſe Art von Schuttablagerung findet vorzüglich dann ſtatt, wenn die Flußmündung ſchmal und tief iſt und ziemlich parallel laufende Ufer beſitzt. Wenn dagegen die Flußmündung ſich nach dem Meere zu buchtig erweitert, dann ſetzt ſich der Schutt eines Stromes als ein, oft die Mündung ganz verſchließender, Schuttwall gerade an der Grenzlinie zwiſchen Strommündung und Stehwaſſer (See oder Meer) zumal da ab, wo an dieſer Grenzlinie eine feſte ſchmale Landzunge dem ſich abſetzenden Schutte einen Anſammelpunkt gewährt, wie dieſes z. B. an der Südſeite der Oſtſee bei dem friſchen und curiſchen Haffe der Fall iſt. Die ſo entſtehende, gewöhnlich an einer Stelle durchbrochene, langgezogene Landenge nennt man eine Nehrung (Pereſſip oder Lido).

Außer den ſchon genannten Nehrungen an dem friſchen und curiſchen Haffe, welche indeſſen nicht bloß durch Flußſchlamm, ſondern auch durch den vom Meere angeflutheten Sand gebildet worden ſind und noch in der Gegenwart den wilden Tummelplatz fortrückender Dünenſandwellen bilden, — außer dieſen zeigen ſich ſolche Nehrungen (Lidos oder Pereſſips) im Adriameer vor Venedig und faſt an allen den von Norden oder Weſten in das ſchwarze Meer einmündenden Strömen, ſo namentlich an den Mündungen des Dnjeprs und Dons; ja an der Weſtſeite dieſes Meeres von der Kilia- bis zur Dnjeſter-Mündung hin haben dieſe Pereſſipbildungen die tief ins Land einſchneidenden Mündungsbuſen der Flüſſe ſo vom Meere abgeſchnitten, daß dieſelben gegenwärtig ganz abgeſchloſſene oder nur noch mit ſchmalem Canale verſehene Landſeen (— z. B. den Kunduk- und Schaſanüſee, ſowie den durch zwei ſchmale Canäle noch mit dem Meere in Verbindung ſtehenden Liman des Dnjeſters —) bilden.

Nach Oscar Peſchel (im „Ausland“ Nr. 11, 1875, S. 206 u. ff.) ſind die großen Seen am Südabhange der Alpen ebenfalls ehemalige ſeitliche Meeresbuſen des früheren großen Pobuſens und durch den Schutt, welchen ſowohl die dieſe Buſen durchziehenden Alpenflüſſe wie auch der Po ſelbſt vor und in ihren Mündungen abſetzten, in die gegenwärtigen Binnenſeen umgewandelt worden. Nach ihm leben im Gardaſee ſogar noch Fiſche des Adriameeres, ſo Blennius vulgaris und Gobius fluviatilis.

Fällt nun aber ein träg dahin ziehendes Fließwaſſer aus einer buſenartig erweiterten Mündung in ein ſcheinbar ruhendes Seebecken, dann läßt es ſeinen Schutt ſchon innerhalb ſeines Mündungsbuſens zu Boden ſinken. Hat in dieſem Falle das Fließwaſſer noch ziemlich ſtarke Fließgeſchwindigkeit und bildet ſeine Mündung einen nur weiten Buſen, dann ſetzt ein ſolches Gewäſſer ſeinen Schutt zu beiden Seiten ſeiner tiefſten Fließrinne ab, ſo daß neben der letzteren zwei ſchmale Halbinſeln entſtehen, welche nicht nur mehr und mehr in die Höhe und Breite, ſondern auch in die Länge wachſen. Am bekannteſten unter dieſen Halbinſelbildungen iſt das 60 geographiſche Meilen lange und 35 Meilen breite, weit in den mexicaniſchen Meerbuſen hineinreichende, Delta des Miſſiſſippi, deſſen

Fließrinne an den ſeichteſten Stellen zwiſchen den beiden Halbinſeln 90 bis 120 Fuß und an den tiefſten Stellen bis 300 Fuß tief iſt (Fig. 52). — §. 52.

Fig. 52.
Delta des Miſſiſſippi.

Beſitzt dagegen das Fließwaſſer nur geringe Fließgeſchwindigkeit und bildet ſeine Mündung einen ſchmäleren, tiefer ins Uferland einſchneidenden Buſen, dann ſetzt es all ſeinen Schutt ſchon innerhalb dieſes letzteren ab, ſo daß ſich eine Inſel bildet, durch welche das Fließwaſſer innerhalb ſeiner Mündung in zwei, die Inſel umfaſſende, Arme zertheilt wird, von denen dann jeder wieder vor ſeiner Mündung eine Inſel abſetzt und hierdurch eine weitere Flußveräſtelung, aber auch wieder neue Inſelbildungen herbeiführt. Jede dieſer Inſelbildungen iſt mit ihrer Baſis nach außen oder dem Seewaſſerbecken und mit ihrer Spitze der Flußmündung zugekehrt, ſo daß ſie die Geſtalt eines Dreiecks oder griechiſchen Delta (Δ) erhält, weshalb man auch den Complex dieſer Inſelbildungen ein Deltaland nennt (Fig. 53). Die berühmteſten dieſer Deltas liegen an der Mündung des Nils und des Ganges; in Europa zeigen ſie ſich nur am Ausfluſſe der Donau, des Po, der Rhone und des Rheins. Und unter den in Binnenſeen vorhandenen Deltabildungen macht ſich vorzüglich das ſeit 1714 hervorgetretene, 230 Morgen umfaſſende, Delta an der Einmündung der Kander in den Thuner See bemerklich.

Nach Studer beträgt die Ausdehnung des Kanderdelta, obgleich der Thunerſee an der Ablagerungsſtelle deſſelben mehr als 200 Fuß tief iſt, bereits 162 Jucharte (1 Juchart = 40,000 ſchweizer. Quadratfuß) und 32,838 Quadratfuß.

Es kann aber ein Strom ſehr vielen Schlamm abſetzen und doch in oder vor ſeiner Mündung keine Deltas bilden. Dieſes iſt namentlich der

Fig. 53.
Delta des Nils.

Fall, wenn die Mündung eines ſolchen Stromes von einer ſtarken Meeresſtrömung beſtrichen wird, welche allen, von dem Strome herbeigeführten, Schutt gleich mit ſich fortfluthet und dann erſt oft weit von der Strommündung im Meeresbette wieder niederſinken läßt. In dieſen Verhältniſſen liegt der Grund, warum ſich an der, — von der nach dem Golf von Mexico ziehenden Meeresſtrömung beſtrichenen, — Mündung des ſchlammreichen Amazonas und Orinokos kein Delta bilden kann.

§. 53. **Landbildung durch Schuttablagerungen.** — Die Mengen des Steinſchuttes, welche ein Fließwaſſer mit ſich führt und theils in ſeinem Bette theils in Seebecken abſetzt, ſind, wie oben ſchon angedeutet, abhängig zunächſt von der Menge des Waſſers und der Fließgeſchwindigkeit deſſelben, ſodann aber auch von der mineraliſchen Beſchaffenheit der Erdrinde, durch welche ein Fließwaſſer ſeine Waſſermaſſe wälzt. Alle Fließwaſſer, welche einen ſtarken Fall und in zerklüftetem, leicht verwitterndem Geſteine ihr Bett beſitzen, führen unter ſonſt gleichen Verhältniſſen den meiſten Steinſchutt und bilden dem gemäß auch die ſtärkſten und ſchnellſt wachſenden Schuttablagerungen. Dieſes zeigen hinlänglich alle Gebirgsbäche, vor allen die Gewäſſer der Alpen. Viele dieſer Bäche (oder Achen) beſitzen in heißer, trockener Sommerzeit ſo wenig Waſſer, daß man nicht begreifen kann, wie ſie im Stande waren, die gewaltigen Blöcke, welche theils in ihrem Bette, theils auf ihrem Ufergelände in großer Menge umherliegen, fortzuwälzen. Wie ganz anders aber gebahren ſie ſich im Frühjahre nach

starkem Schneeschmelze oder im Sommer nach starkem Gewitterregen. §. 53.
Wüthend, donnernd und krachend reißen sie nun gewaltige Felsblöcke, Baumstämme und alles, was ihre Fluth erreichen kann, mit sich fort, so daß oft nach einem einzigen solchen Gewittersturme alles umliegende Thalland nicht bloß mit Wasser, sondern auch — nicht selten 10 bis 20 Fuß hoch — mit wüstem Steinschutte bedeckt ist. Wer kennt nicht die Verwüstungen, welche der Rhein und seine Nebenflüsse in Graubünden schon angerichtet haben? — Und während so die nicht aus der Region des ewigen Schnees und der Gletscher kommenden Fließwasser am stärksten während des Frühjahrs und Sommers nach starken und anhaltenden Regengüssen wirthschaften, zeigen sich die aus dem ewigen Schnee und den Gletschern abstammenden Fließwasser am stärksten und thätigsten in der heißen Sommerzeit — und namentlich in den Stunden der Mittagszeit, — wenn unter dem Einflusse der Sonne Schnee und Eis stark schmelzen. Die gewaltigen Mengen von Schutt, welchen alle diese Gebirgswasser während ihrer angeschwollenen Fluthen mit sich führen und namentlich an ihrer Einmündungsstelle in ein Seebecken absetzen, sind nicht zu berechnen.

Der bayerische Bauinspector Grebenau berechnet die Menge des vom Rhein bei Hochwasser mitgeführten Schlammes auf 0,5 Cubikmeter für 1000 Cubikmeter Wasser oder, wenn man im Jahre 30 Tage Hochwasser annimmt, auf 1,944,000 Cubikmeter, so daß, wenn sich diese ganze Schlammmenge im Ueberfluthungsgebiete des Rheins zwischen Basel und Bingen absetzte, das ebengenannte Gebiet in 10 Jahren um 18 Centimeter und in 100 Jahren um 1,8 Meter sich erhöhen müßte.

Weil nun diese Gebirgsgewässer in Folge ihres starken Gefälles und ihrer zeitweisen großen Wassermenge den meisten und gröbsten Steinschutt mit sich führen, so sind sie am geeignetsten, nicht nur um die Sohle der von ihnen durchströmten Gebirgsthäler stark zu erhöhen, sondern auch um die Becken der Seen, in welche sie ihren Schutt wälzen und schlämmen, auszufüllen. Die von ihnen herbeigeschafften Blöcke und groben Gerölle bilden alsdann zunächst das massive Fundament, dessen Fugen sie ausfüllen mit Sand und Schlamm, und dessen Oberfläche sie mit einer mächtigen horizontalen Ablagerung von sandigem Erdschlamme bedecken, zugleich aber auch den Wall, um welchen herum sich alle später herbeigefluthten Schuttmassen absetzen können. Und indem diese Schuttmassen jahraus jahrein sich immer weiter in ein Seebecken hinein ausrecken, wird dasselbe von den Einmündungsstellen der Fließwasser aus immer weiter ausgefüllt, so daß zuletzt die Schlammablagerungen zunächst an den Ufern bis dicht unter die Oberfläche des Wassers reichen. Nun siedeln sich auf ihrem schlammreichen Grunde Wassergewächse verschiedener Art an, zuerst tiefwurzelnde, langstengelige, starkwuchernde Schilfe und Rohrgräser, welche nicht nur mit ihren Wurzeln die Schlammmasse ihres Standortes zusammenhalten, sondern auch mit ihren langen, dicht neben einander wachsenden Halmen, allen weiter herbeigeführten Schlamm auffangen, festhalten und dadurch die Schuttablagerung allmählich so erhöhen, daß dieselbe bei gewöhnlichem Wasserstande über dessen Oberfläche hervortritt. Dann lassen sich auf ihr Sumpf-, Woll- und Riethgräser nebst Sumpfmoosen nieder. Stark wuchernd verwandeln sie ihren schlammigen Boden bald in ein Moor.

§. 53. Indem aber bei ſtarkem Waſſerſtande dieſe moorigen Flächen wieder mit neuem Schutte verdeckt, und ſo den Wärmeſtrahlen der Sonne ausgeſetzt werden, trocknen ſie allmählich ſo aus, daß nun auch die echten Wieſengräſer von der Schuttoberfläche Beſitz ergreifen und ſo eine üppig fruchtbare Kräutermatte aus ihr ſchaffen können. — So geſchieht es zunächſt mit der vom Fließwaſſer am Ufer ſeiner Einmündungsſtelle abgeſetzten Schuttablagerung, aber ſo wird auch jede Schuttablagerung, welche ſich ſpäter ſeeeinwärts um die Uferſchuttterraſſe gebildet hat, in der oben angegebenen Folge allmählich in eine Kräuter- und Wieſenmatte umgewandelt. Sehr ſchön kann man dieſes Alles z. B. am Tegernſee, Achenſee und an den Innſeen im Oberengadin beobachten. Aber auch alle die größeren Seen der Alpen, in welche wilde Gebirgsgewäſſer ihren Steinſchutt führen, — ſo der Thuner See, welcher durch die von der Lütſchine gebildete und unter dem Namen „Interlaken"-bekannte Schutthalbinſel in zwei, nur noch durch die Aar in Verbindung ſtehende, Seen (— Brienzer und Thunerſee —) getheilt erſcheint; der Vierwaldſtädter See, welcher an der Reußmündung eine ſchon weit vorgedrungene und ſich immer noch mehr vordrängende Schuttlandszone zeigt; der Wallenſtädter See, welcher an der Einmündung der Linth ſchon jetzt vermoort; der Bodenſee, welcher an der Mündung des Rheins ein ſchon großes Deltaland beſitzt, — alle dieſe Seen bilden die Schuttablagerungsorte für die in ſie einmündenden Fließgewäſſer, ſo daß ſie im Verlaufe der Zeiten mehr und mehr in eine Landesmaſſe umgewandelt werden, welche ihrer Länge nach noch von dem ſie verſchüttenden Fließwaſſer durchzogen ſind. Am ſchnellſten geht dieſe Ausfüllung von Seebecken vor ſich, wenn reißende Gebirgsbäche an derſelben arbeiten, denn dieſe führen große Mengen von Blöcken und groben Geröllen in die Seebecken, welche nicht nur größere Tiefen leichter ausfüllen, ſondern auch der Weiterſchlämmung durch das Waſſer widerſtehen; am langſamſten dagegen ſchreitet die Landbildung in Seebecken vor ſich, wenn die in ſie einmündenden Fließwaſſer ſehr langſam fließen und nur fein zertheilten Erd- und Sandſchlamm mit ſich führen; denn jede Aufregung des Seewaſſers und jede durch Regengüſſe herbeigeführte Anſchwellung des einmündenden Fließwaſſers rührt die eben erſt gebildeten Schlammablagerungen wieder auf und führt ſie ganz oder theilweiſe wieder fort. Dieſe Wegführung des abgelagerten Erdſchlammes findet indeſſen überhaupt auch noch bei den Geröllaufſchüttungen ſo lange ſtatt, als dieſe nicht eine ſolche Höhe erlangt haben, daß bei gewöhnlichem Waſſerſtande das ſie mit Schlamm ſpeiſende Fließwaſſer nur eine geringe Tiefe hat und gewiſſermaßen von jedem Gerölle aufgehalten und zur Abgabe ſeiner noch vorhandenen Schlammtheile gezwungen wird.

Die in der eben angegebenen Weiſe entſtandenen Schuttablagerungen innerhalb eines Seebeckens werden jedoch im Zeitverlaufe mannichfach verändert und bisweilen auch zum Theil wieder zerſtört. Es kann dieſes theils durch den Abfluß eines Sees ſelbſt, theils durch den ein Seebecken durchſtrömenden Fluß hervorgerufen werden.

Wenn nemlich das durch mächtige Schuttablagerungen gehobene und gedrängte Waſſer eines Sees ein ſchief liegendes Becken hat und ſeine,

an der tieferen Stelle gelegene, Queruferwand durchbricht, dann fließen zuerſt ſeine unteren, am meiſten von der über ihnen liegenden Waſſerſäule gepreßten Waſſerſchichten ab und reißen dabei die ihrer Fließrinne zunächſt lagernden Schuttmaſſen mit fort, ſo daß nun die von den beiderſeitigen Ufern ausgehenden Schuttablagerungen eine nach dieſer Fließrinne ſchroff abfallende Ebene bilden. Indem nun aber die oberen Waſſerſchichten nicht bloß niederwärts an die Stelle des abgefloſſenen Waſſers ſinken, ſondern dabei auch mit in die abfließende Waſſermaſſe gerathen, ſchlämmen ſie von dem Vorderrande der übrig gebliebenen Schutthügel gerade in der Höhe, in welcher ſie ſtehen, und zugleich auch in der Richtung ihres Abfließens eine Stufe ab, ſo daß nun der Schutt eine nach der Fließrinne hin ſanft abfallende Terraſſe bildet. Bei dem weiteren Niederſinken und Abfließen des Seewaſſers entſteht dann in ähnlicher Weiſe noch eine zweite, ja wohl auch noch eine dritte Terraſſe, deren jede nach der Abzugsrinne hin vorgeſchoben erſcheint. Man kann dieſe Schuttſtufenbildungen in jedem kleinen, künſtlich in den Erdboden eingegrabenen, Waſſerbaſſin beobachten, ſobald man in die Ufer deſſelben einen Abzugscanal gräbt. Aber auch im Großen gewahrt man es an den Seitengehängen manchen Thales, welches ehedem einen Binnenſee umfaßte, ſo z. B. im Innthal bei Innsbruck.

Wie in dem eben angegebenen Falle durch den Abfluß eines Sees allein, ſo wird auch durch den Strom, welcher ein Seebecken durchfließt, in ähnlicher Weiſe der in dem letzteren lagernde Schlammſchutt theilweiſe wieder weggeführt oder ſo bei Seite geſchoben, daß die Fließrinne des Stromes frei bleibt und an den beiderſeitigen Schuttablagerungen Terraſſen entſtehen, deren einzelne Stufen durch horizontallaufende Abtheilungslinien die verſchiedenen Höhen bezeichnen, welche das in dem ehemaligen Seebecken befindliche Waſſer eingenommen hat (Fig. 49).

Die in einem Fluſſe oder in einem, von Flüſſen geſpeiſten, Binnenſee entſtehenden Schuttmaſſen zeigen nur ſelten vollſtändig von einander geſonderte Lagen von Geröllen, Sand und Erdſchlamm; in der Regel erſcheinen dieſe Schuttarten bunt durch einander gemiſcht. Und ebenſo bilden ſich nur unvollſtändig wagerechte Ablagerungen, weil ſie theils durch das immer von Neuem zuſtrömende Fließwaſſer, theils auch durch die immer und immer wiederkehrende Bewegung des Seewaſſers in Folge von Luftſtrömungen an einer gleichmäßigen, nur den Geſetzen der Schwere folgenden, Niederſetzung gehindert werden. Nur in ſehr tiefen Seebecken hat man an den tiefſten Stellen derſelben horizontal über einander lagernde Abſätze von Sand und Schlamm beobachtet; ſonſt aber zeigen die Schuttmaſſen eine um ſo verworrenere, mannichfacher unterbrochene, Ablagerung, je näher ſie dem Ufer und namentlich den Einmündungsſtellen von Fließwaſſern lagern. Und haben ſie ſich auch einmal unter günſtigen Verhältniſſen wagerecht abgeſetzt, ſo bewirkt ſchon die nächſte Aufregung des Seewaſſers, daß ſie wenigſtens eine wellenförmig gefältelte Oberfläche bekommen.

Landbildung im oder am Bette des Oceans. — In dem gewaltigen Becken des Oceans können ihren Bildungsſtoffen nach mehrerlei Arten §. 54.

von Landbildungsmaterialien vorkommen, nemlich

1) Mineral- und Pflanzenſchuttmaſſen, welche theils die brandende Meereswoge vom Felſengeſtade abgeſtoßen, theils die Fließwaſſer des Landes in das Meeresbecken eingefluthet haben, — alſo Landesſchutt;
2) Mineralſchlamm, welchen das Meerwaſſer aus der vollſtändigen Zermalmung der auf ſeinem Grunde befindlichen Felsmaſſen erhält;
3) Mineralmaſſen, welche vorher im Meerwaſſer vollſtändig gelöſt waren und ſich bei der Verdunſtung ſeines Löſungswaſſers oder auch bei einer Ueberſättigung deſſelben ausgeſchieden und abgeſetzt haben;
4) Miſchungen von den unter 2 genannten Mineralſubſtanzen mit den unter 1 angegebenen Schlammmaſſen;
5) Organismenreſte, welche das Meerwaſſer aus der Zertrümmerung theils von feſten thieriſchen, theils von vegetabiliſchen Körpern, welche während ihres Lebens im Meere wohnten, erhalten hat, oder welche ſich maſſenweiſe ohne weitere Zertrümmerung oder Veränderung nach dem Tode ihrer Beſitzer auf dem Grunde des Meerbeckens anhäufen.

Dieſe verſchiedenen Landbildungsmaſſen, von denen die meiſten theils ſchon für ſich allein bedeutende Ablagerungen bilden, theils in Untermengung oder Wechſellagerung mit anderen dieſer Maſſen auftreten, kommen indeſſen nicht in allen Räumen des oceaniſchen Bettes vor und zeigen auch da, wo mehrere von ihnen zuſammen auftreten, nicht überall die ſonſt den Meeresablagerungen eigenthümlichen regelrechten Uebereinanderlagerungen. Man unterſcheidet in dieſer Beziehung namentlich litorale, ſubpelagiſche und pelagiſche Bildungen und verſteht unter den erſten alle auf oder an dem Strande oder in den Buſen des Oceans auftretenden Ablagerungen, unter den zweiten alle ſchon entfernter vom Strande auf ſeichtem Meeresgrunde entſtehenden und in die Höhe wachſenden Landesmaſſen, und unter den pelagiſchen Gebilden die fern von allem Lande in den größten Tiefen des hohen Meeres ſich erzeugenden Landesbildungen. Außerdem aber unterſcheidet man noch fluviomarine Gebilde oder Brackwaſſerbildungen, welche in den Buſen an der Mündung der Flüſſe — in den ſogenannten Aeſtuarien — aus einer Miſchung von Fluß- und Meeresſchutt entſtehen. — Im Folgenden werden litorale, ſubpelagiſche und fluviomarine Landbildungen zuſammengefaßt als Strandgebilde, nicht nur weil ſie ein und daſſelbe mineraliſche Bildungsmaterial beſitzen, ſondern weil ſie auch ſtets in der näheren oder entfernteren Umgebung des Strandes oder ſelbſt auf demſelben abgelagert vorkommen.

§. 55. **Strandgebilde** (— Sandbänke, Inſeln, Marſchen und Dünen —). — Wie eben ſchon angedeutet, ſo befinden ſich die Ablagerungsorte dieſer Gebilde theils am oder auf dem Strande, theils auf ſeichten Stellen im Meeresbette ſelbſt, aber doch mehr oder weniger in der Nähe des Landes. Unter ihnen nun treten die Ablagerungen von Blöcken und Geröllen vorherrſchend in der nächſten Umgebung der Meeresgeſtade da auf, wo entweder die brandende Meereswoge ihr felſiges Geſtade zermalmt, oder wo von Steilküſten und naheliegenden Gebirgen herabrollende Flüſſe Felstrümmer in das Meeresbett ſchleudern, oder wo die ſenkrecht gegen das flache Meeresufer heranſtürmende Welle ihren, aus der

Tiefe aufgewühlten, Schutt aufhäuft. Zwar wirft das anfluthende §. 55.
Waſſer zuerſt alles, was ſeine Welle mit ſich führt, bunt durch einander aus, aber wenn dann dieſe ſich vom Strande in ihr Bett zurückzieht, dann ſpült ſie den feineren Sand- und Erdſchutt zwiſchen den Geröllen wieder mit ſich fort, ſo daß nur die Maſſe der Gerölle am Strande zurückbleibt und von dieſem aus eine allmählich in das Meeresbett hineinziehende Geröllzone bildet. Ebbe und Fluth, ſowie jede vorwärtsſtürmende und dann wieder zurückfließende Welle arbeiten ſich bei dieſer Anſchwemmung in die Hände; die gegen das Land vorſtürmende Welle häuft groben und kleinen Schutt bunt durcheinander auf den Strand, die von dieſem letzteren wieder abziehende Ebbe oder Welle aber regelt und ſondirt dieſen Schutt, indem ſie aus ihm den feinen Sand und Erdſchlamm herausſchwemmt und wieder mit ſich fort in das Meeresbett zu fluthen ſtrebt. In der Regel jedoch verliert ſie ihren zurückgeflutheten Schutt ganz oder theilweiſe ſchon in der Nähe des Strandes; denn da, wo derſelbe nur allmählich ins Meeresbett abfällt und das letztere folglich ſeicht iſt, da läßt das abziehende Meereswaſſer wenigſtens ſeinen Sandgehalt zu Boden ſinken, ſo daß über der zu Grunde liegenden Geröllablagerung eine Sandſchichte entſteht, welche ſich aber noch über der Geröllmaſſe weg weiter ins Meer hineinzieht und ſich immer mehr erhöht, ſo daß nun ſpäter die vom Strande zurückkehrende Welle über der Sandſchichte auch ihren fein zertheilten Erdſchlamm, welchen ſie außerdem weit in ihr Bett hineingefluthet haben würde, abſetzt und hierdurch die, ſpäter noch näher zu beſchreibenden, Marſchen bildet. Indeſſen alles dieſes kann die Meereswelle nur dann vollbringen, wenn ſie in ihrem Schaffen nicht durch heftige Stürme und Springfluthen geſtört wird. Iſt aber dieſes der Fall, dann reißt ſie ihre eben geſchaffenen Ablagerungen wieder ein, um weiter vom Strande entfernt wenigſtens ihren Sandſchutt abzuſetzen und durch ihn *Sandbänke*, *Barren* und *Inſeln* aufzuwerfen, welche dann gewöhnlich in langgezogener Reihe parallel mit dem alten Strande ziehen. Dieſe ſo gebildeten und im Verlaufe der Zeit ſich mannichfach verändernden, in einzelne Theile zerreißenden und auch wohl wieder verſchwindenden, Sandinſeln bilden jedoch ein Bollwerk, hinter welchem die Macht der Meeresfluth geſchwächt und zur Abſetzung ihres Schuttes genöthigt wird. Zwiſchen dieſen Inſeln und dem Strande bildet das Meer nemlich einen Canal; wenn nun die Fluthwelle des Meeres ſich in denſelben eindrängt und ihn ſeiner Länge nach durchſtrömt, dann wird ſie in ihrem haſtigen Laufe in der Weiſe gehemmt und geſtauet, daß ſie namentlich an ihren beiden Seiten, wo ſie mit dem Strande und den Inſeln in Berührung kommt, all ihren Sandſchutt und Schlamm auf den ohnedies ſchon ſeichten Grund des Canals abſetzen muß, ſo daß ſich dieſer immer mehr erhöht und zuletzt als neugeborenes, anfangs moraſtiges, (— daher der Name: „Morſt, Morſcht, *Marſch*“ —) Land aus dem Meeresſpiegel hervortritt.

1) *Watten*. Alle dieſe Verhältniſſe treffen z. B. an der Weſtküſte Jütlands, Deutſchlands und Hollands zuſammen. An der Weſtküſte dieſer Länder nemlich liegt eine lange Reihe von Inſeln. Zwiſchen dieſer Inſelreihe und dem Feſtlande befindet ſich demnach ein Canal,

§. 55. in welchen die sich vom atlantischen Oceane nach Nordost hin wälzenden Fluthwellen mit ihren Seitenrändern hineingepreßt und zusammengestauet werden, so daß sie allen ihren Sand- und Erdschutt in demselben absetzen müssen. Anfangs, als dieser Canal noch tief genug war, ließ die Meereswelle nur ihren Sand zu Boden sinken; später aber, als dieser Sand sich so erhöht hatte, daß er eine unterseeische Sandbank bildete, setzte sie auch ihren fetten, aus Verwesungsstoffen und Thon („Schlick") bestehenden Schlamm so reichlich in ihm ab, daß er gegenwärtig unmittelbar an der Küste schon die üppigsten Marschländereien von 1 bis 2 Meilen Breite bildet und weiter von der Festlandsküste entfernt eine eigenthümliche Landesmasse darstellt, welche zur Zeit der Fluth ein bis mehrere Fuß tief unter dem Wasser liegt, zur Zeit der Ebbe aber an vielen Stellen ganz vom Wasser entblößt ist, so daß man über ihr hin von einer Insel zur anderen waten kann. Diese, unter dem Namen der Watten bekannten, Meeresabsätze erhöhen sich allmählich so, daß sie von der gewöhnlichen Fluth nicht mehr überschüttet werden können. Alsdann siedeln sich auf ihnen die ersten Pflanzen an, welche mit ihren Wurzeln und Stengeln ihren schlammigen Boden festigen und dadurch, daß sie bei später eintretenden hohen Fluthen allen Meeresschlamm festhalten und anhäufen, bewirken, daß das junge Land immer mehr in die Höhe wächst und zuletzt auch nicht mehr von höheren Fluthen überschwemmt werden kann. Und nun macht es sich der Mensch als willkommenes Weide- und Ackerland zurecht. (Vergl. hierzu: Senft's Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildungen S. 52 u. ff.).

2) Seemarschen. Die in der eben angegebenen Weise entstehenden Strand- oder Seemarschen bestehen da, wo sie sich haben vollständig entwickeln können, von unten nach oben aus mehr oder weniger von einander abgesonderten Schichtlagen von Sand oder Lehm, sandigem oder kalkigem Thon (Klei), fettem Thon (Knick) und eigentlichem Marsch oder Schlick, einem äußerst zarten Gemenge aus Thon, feinem Sand und Humussubstanzen, welches anfangs von Seesalzen ganz durchdrungen ist. Bei stark entwickelten Marschformationen zeigt sich dieser Schichtencomplex in mehrfacher Wiederholung über einander, und dann zeigen einzelne Lagen, so namentlich die Klei- und Schlicklagen, eine Mächtigkeit von 5 bis 15 Fuß, während überhaupt die ganze Marschformation eine Mächtigkeit von 50 Fuß erreichen kann. Eigenthümlich erscheint es, daß in dieser Formation einzelne humusleere Lagen mit humusreichen wechsellagern. Es läßt sich indessen diese Erscheinung dadurch erklären, daß das Meerwasser hauptsächlich in den Sommermonaten (— welche deshalb auch „Slyk Maanden" genannt werden —), Verwesungsstoffe enthält und dem gemäß auch absetzt, dagegen zur Winterzeit nur Thonschlamm besitzt und niederschlägt.

3) Mündungsmarschen. — Von diesen Seemarschen sind indessen zu unterscheiden die Mündungsmarschen. — Wenn ein mit

§. 55.

erdigem, von Humusſubſtanz durchzogenem, Schlamm beladener Strom ſich ſchleichend ſeiner Mündung nähert, und es ſtemmt ſich ihm an derſelben die vom hohen Meere zurückkehrende Fluthwelle des Oceans mit gewaltiger Wucht entgegen, dann wird ſeine der Mündung am nächſten befindliche Waſſermaſſe nicht nur an ihrem Ausfluſſe gehemmt, ſondern ſogar eine Strecke ſtromaufwärts in ihr Bett zurückgeſchoben. Hierdurch aber wird dieſe Waſſermaſſe auf den ihr vom Landinnern her nachfolgenden Stromestheil zurückgeworfen, welcher nun ſeinerſeits in der Richtung ſeines Laufes ebenſo wieder gegen dieſelbe vorwärts drängt, wie die Meeresfluth gegen ſie nach dem Lande zu drückt. So von zwei entgegengeſetzten Seiten gedrückt, wird die Waſſermaſſe zum Stillſtande gebracht und in Folge davon genöthigt, ihren ſämmtlichen Schlammgehalt an den Uferrändern ihrer Stromrinne zu Boden ſinken zu laſſen. Indem ſich nun dieſer Kampf ſo oft erneuert, als die Fluth vom Meere aus nach dem Lande zueilt, wird allmählich an den Uferrändern nicht bloß der Mündung, ſondern auch eine bedeutende Strecke ſtromaufwärts der Stromſchlamm in Untermiſchung mit dem Meeresſchlamme ſich ſo anhäufen, daß der über ihn hinſchleichende Waſſerſtrom vollends alle Tragkraft verliert und nun von ſelbſt ſeine Schlammtheile auf ihn abſetzt. Auf dieſe Weiſe aber wächſt derſelbe ſo, daß er allmählich über den Spiegel des Stromes als flache Halbinſel hervortritt und nur noch zur Zeit der Fluth oberflächlich mit Waſſer bedeckt wird. Nun bildet er die ſogenannten „Blicken“ (d. h. Land, welches zeitweiſe aus dem Waſſer hervorblickt), welche ſich bald ſo erhöhen, daß nur hohe Meeresfluthen noch das ſtark geſtauete Stromwaſſer momentan darauf treiben können. Der erwärmende Strahl der Sonne bringt ihr überflüſſiges Waſſer zur Verdunſtung, der Sauerſtoff der Luft wandelt raſch die Verweſungsſubſtanzen des Schlammes in kräftigen Humus um, und nun erwacht mit einem Male das Pflanzenleben auf den austrocknenden Blicken und vollendet das Landbildungswerk der Meereswoge. Das ſo entſtandene Marſchenland unterſcheidet ſich nun vom Seemarſch zunächſt durch ſeine Bildungsmaſſen, welche keine ſolche Schichtenlagen wahrnehmen laſſen, wie die des Seemarſches, nicht ſo reich an Seeſalzen ſind und mehr Sand untermengt zeigen, ſodann aber auch durch die ihm beigemiſchten Verweſungsſtoffe, welche weit mehr vegetabiliſchen als animaliſchen Urſprunges ſind.

4) Dünen. — Als eine beſondere und nur noch theilweiſe von der Meereswoge geſchaffene Landablagerung ſind die auf dem Strande ſelbſt aus dem vom Meere ausgeworfenen und dann vom Winde zuſammengehäuften, unwirthbaren, ewig beweglichen Dünenhügel zu betrachten.

Es iſt im Vorigen mitgetheilt worden, daß der von den Flüſſen des Landes in das Meeresbett geſchwemmte Sand, ebenſo wie die durch die Brandung aus den Felsmaſſen des Strandes entſtandenen Sandmaſſen oder die durch Vulcanenauswürfe in die Höhe geſchleu-

§. 55. derten Aſchenmengen oder endlich auch die zermalmten Schalen von Meeresconchylien von der Meereswoge durch einander gemengt und dann da, wo das Bett des Oceans ſeicht iſt, zum Aufbau von untermeeriſchen Sandbänken und von Inſeln benutzt werden. Wenn nun die Waſſermaſſe des Meeres durch heftige atmoſphäriſche Luftſtrömungen oder auch durch ſtarke Fluth aufgeregt wird, dann reißt ſie große Mengen des auf ihren unterſeeiſchen Sandbänken und Inſeln aufgeſpeicherten Sandes wieder mit ſich fort und ſetzt ſie auf dem flachen Strande da, wo ihre Wellen ſenkrecht auf denſelben zuſtrömen, ab. Fluthet dann ſpäter, wenn der ſo aufgeſchwemmte Sand ganz ausgetrocknet iſt, der Wind vom Meere her, dem Lande zu, ſo erhebt er die feinen Körner dieſes Sandes, trägt ſie unmittelbar über dem Strandboden landeinwärts und läßt ſie da, wo er ſelbſt zu wehen aufhört oder wo aus dem Boden einzelne Felsblöcke, Grenzſteine, Mauerſteine, Baumſtümpfe oder ſonſtige Unebenheiten in die Höhe ragen, wieder niederſinken. Die hierdurch entſtehenden, anfangs vereinzelt neben einander ſtehenden, niedrigen Hügel ſind die Fundamente der Dünen. Feuchte Seeluft und Regen, welcher das loſe Sandgehäufe dieſer Hügel durchdringt, bewirkt, daß die einzelnen Sandkörner derſelben mehr oder weniger Zuſammenhalt gewinnen, ſo daß ſpäter eintretende Seewinde ſie nicht wieder aus einander treiben, ſondern als Grundlage für ihren neu herbeigeflutheten Sand benutzen. Der ſo von neuem herbeigewehte Sand wird an der, dem Meere zugekehrten, Seite allmählich in die Höhe getrieben und fällt dann, an dem Gipfel der Düne angekommen, auf der Landſeite derſelben wieder herab. Dabei aber mengt er ſich nicht mit der erſten, feſt gewordenen, Sandablagerung, ſondern bildet eine Schichte für ſich, welche nun ebenſo wie die erſte durch Regen oder Luftfeuchtigkeit inneren Zuſammenhalt bekommt. Die in dieſer Weiſe nach einander entſtehenden Schichtlagen lagern ſtets parallel mit dem Dünenabhange, an welchem ſie ſich befinden, ſo daß vom Dünenkamme aus die einen ſeewärts, die andern aber landeinwärts (alſo dachförmig), abfallen. Indem nun der Seewind von Zeit zu Zeit immer wieder neuen Sand auf die ſchon vorhandenen Hügel aufweht, wachſen ſie allmählich ſo, daß ſie eine Höhe von 30 bis 50, ja unter günſtigen Verhältniſſen ſogar bis zu 300 Fuß und eine Dicke von 1000 bis 6000, in einzelnen Fällen bis 12000 Fuß erhalten; indem ſie aber auch ſeitlich in die Breite wachſen, verbinden ſie ſich allmählich gegenſeitig zu einer damm- oder wallförmigen Hügelkette, welche parallel mit der Küſte und unter günſtigen Verhältniſſen hundert Meilen weit ſtreicht und nur da, wo Flüſſe oder Meereseinbrüche ſie durchbrochen haben, Lücken zeigt. Ein ſolcher Dünenwall beginnt ſtets in einiger Entfernung vom Strande (— wenn anders nicht die Meeresfluth das Strandvorland weggeſchwemmt hat —) und ſteigt von der Seeſeite ſanft und unter einem Winkel von 5—10° an, während er an der landeinwärts gekehrten Seite ſteiler und unter einem Winkel von 30° abfällt. Sein Rücken

§. 55.

zeigt in der Regel ein wellenförmiges Profil, indem die Gipfel der anfänglichen einzelnen Dünenhügel aus ſeiner Rückenmaſſe hervorragen, und beſitzt da, wo er breit iſt, oft ſeiner Länge nach ziehende, parallel neben einander liegende, kleine Sandwellen, welche faſt ausſehen, als ſei der breite Dünenrücken gepflügt oder geeggt worden, und ihre Entſtehung dem quer über die Düne hinwehenden Seewinde verdanken. Außerdem aber laufen an ſeinen Seitengehängen zahlreiche, mehr oder weniger tief in dieſelben einſchneidende, Schluchten (— Regenſchluchten oder Waſſerriſſe —) herab. Die Entwickelung eines ſolchen Dünenwalles geht indeſſen nicht ununterbrochen vor ſich, ſondern ſteht oft lange Zeiträume hindurch ſcheinbar ſtill, ſo daß ſich auf ſeiner gerade beſtehenden Oberfläche eine Pflanzendecke, — und zwar nicht bloß von Mooſen und Kräutern, ſondern auch von Bäumen, namentlich von Kiefern, Weiden, Erlen und Birken — entwickeln und viele Jahre hindurch beſtehen kann, ehe einmal die Fortbildung der Düne wieder beginnt und dann die beſtehende Pflanzendecke mit ihren neuen Sandaufhäufungen verſchüttet.

Recht deutlich ſieht man dieſes alles an den Dünen bei Cranz auf der curiſchen Nehrung, wo nach Schumann (— Geolog. Wanderungen durch Altpreußen —) an dem 30 Fuß hohen Dünenwalle von oben nach unten folgende Schichten lagern:

1/2 Zoll Humus des jetzt noch beſtehenden Waldes,
5 Fuß geſchichteter grauer Dünenſand,
2 1/2 Zoll Humus mit Baumſtümpfen eines alten verſchütteten Waldes,
1 Fuß kalkig weißer Sand,
2 1/2 Fuß kaffeebrauner feſter Sand mit zwei Humusſchichten von einem noch älteren Walde,
5 Fuß hellgraue Sandſchichten,
1 Zoll Torf mit Erlen-, Moos- und Fichtenreſten,
2 Zoll grauer Sand,
1 Zoll Torf,
2 Zoll grauer Sand,
6 Zoll Torf, dann etwa 20 Fuß überſtürzt.

Dieſe allmähliche, oft unterbrochene, Dünenwallbildung hat ihren Grund einerſeits in einem zeitweiſe eintretenden Mangel an Bildungsmaterial und andererſeits auch in den Luftſtrömungen, welche auf eine in der Entwickelung begriffene Düne einwirken. — Was nun die erſte Urſache betrifft, ſo iſt oben ſchon mitgetheilt worden, daß die Meereswelle ihren Sandgehalt von den in ihrem Bette liegenden Inſeln und unterſeeiſchen Sandbänken nimmt. Hat ſie nun dieſelben ſoweit abgeſpült, daß ſie kaum noch ihre Oberfläche ſtreift, dann kann ſie auch nicht eher wieder Sand an den Strand zum Weiterbaue der Düne ſchütten, bis ſich die Sandbänke erſt wieder ſo weit erhöht haben, daß ſie von ihnen wieder neues Anfluthungsmaterial abſchwemmen kann. Darüber können aber ſo lange Zeiträume verfließen, daß ſich auf der gerade beſtehenden

§. 55. Dünenoberfläche Torfmoore und Wälder entwickeln können. Indeſſen nicht bloß der Mangel an Sand kann den Fortbau der Düne hemmen, ſondern auch die eigentlichen Erbauer der letzteren, die Luftſtrömungen, vermögen, ſelbſt bei überflüſſig vorhandenem Bildungsmaterial, ihr begonnenes Werk wieder zu zerſtören oder doch zeitweiſe zu unterbrechen. Schon die vom Lande her auf eine Düne heranſtürmenden, heftigen Luftſtröme können die noch ganz loſen, feinkörnigen Sandablagerungen eines Dünenhügels aufheben und wieder nach dem Meere hinjagen, noch ſtärker aber wirthſchaftet der Seewind, und zwar in doppelter Weiſe. Iſt das Luftmeer in voller Aufregung, dann hebt der landwärts ſtürmende Orkan die ganze obere Ablagerung der Düne und trägt ſie als düſtere Sandwolke oft Hunderte von Meilen weit ins Landinnere, dabei fortwährend Sand regnend und alles von ihm beſtrichene Land mit einer Sanddecke überſchüttend, welche bei ſich oft wiederholendem Sturmwinde allmählich immer höher wird und zuletzt das fruchtbarſte Land in eine öde Sandwüſte umwandelt. Wenn aber der Seewind in voller Haſt auf dem Boden des Strandes hinſchießend den Dünenhügel erreicht, dann ſchält er von demſelben eine Ablagerung nach der anderen ab, läßt ſie aber gleich an dem landeinwärts liegenden Abhange deſſelben wieder ſinken, ſo daß der Dünenwall an dieſem Abhange in die Dicke wächſt. Dieſes Abtragen des vorderen Abhanges und Rückens vom erſten Dünenwalle dauert ſo lange, bis die an ſeinem hinteren Abhange angehäufte Sandablagerung höher als der urſprüngliche Dünenwall geworden iſt, ſo daß er nun vom Seewinde beſtrichen werden kann. Dauert nun der heftige Seewind noch fort, dann trägt er den eben erſt gebildeten zweiten oder neuen Dünenwall in ganz ähnlicher Weiſe wie den erſten ab und häuft an der Rückenſeite deſſelben abermals einen neuen Wall ſoweit auf, daß er den zweiten Rücken an Höhe übertrifft. Durch dieſes Wirthſchaften des Seewindes wird demnach der erſte Dünenwall immer weiter landeinwärts getrieben, bis am Ende der Seewind auf irgend einen Widerſtand — z. B. auf einen Wald oder auf Seebecken — ſtößt, welcher ſeine transportirende Kraft aufhebt und ihn nöthigt, all ſeinen Sandgehalt ſinken und liegen zu laſſen. Während dem nun aber in der eben beſchriebenen Weiſe der erſt entſtandene Dünenwall ein Stück landeinwärts geſchoben und zum Aufbau eines zweiten — und weiter wohl auch noch eines dritten — Dünenwalles benutzt wird, häuft der nimmer müßige Seewind an der leer gewordenen Stelle des erſten — nun fortgeſchobenen — Walles wieder eine neue Düne auf, mit welcher es jedoch, ſobald ſie höher als die zweite und dritte geworden iſt, immer wieder ſo geht wie mit der erſten. Durch dieſes Alles bewirkt demnach der Seewind zunächſt ein Vorwärtsdringen des Dünenſandes nach dem Innern des Landes hin, ſodann aber auch ein Maſſigerwerden der Düne und eine Bildung von mehreren (zwei oder drei, ſelten mehr) parallel hinter einander hinziehenden und durch flache Muldenthäler von einander

getrennten Dünenwällen (Fig. 54, 55, 56). Unter günſtigen Verhältniſſen kann dieſes Wachſen und Weiterfortrücken der Dünen zum §. 55.

Fig. 54.
a. Meer. b. Dünenvorland. c. Dünenwall im Querſchnitt, um den Kern, um welchen herum ſich der erſte Dünenwall abgeſetzt hat, und die Schichtung deſſelben zu zeigen.

Fig. 55.
Düne im Landeinwärtsdringen. Die erſte Düne (1) wird vom Seewinde (a) ſoweit abgetragen, als ſie ſenkrecht geſtreift iſt; die hierdurch entſtehende zweite Düne (2) wird dann wieder ſoweit abgetragen und zum Aufbau einer dritten Düne (3) verwendet, als ſie ſchief geſtreift iſt. Von der erſten Düne bleibt dann nur noch der Reſt 1a, von der zweiten der Reſt 2b.

Fig. 56.
Eine aus drei Wällen zuſammengeſetzte Dünenformation, deren vorderſter Wall (1) noch in der Entwickelung begriffen iſt, während der hinterſte (3) bei weiterem Rückwärtsſchreiten den ihn begrenzenden Wald verſchütten wird.

Stillſtande dadurch gebracht werden, daß ſich eine dicke Pflanzendecke auf ihrer Oberfläche entwickelt, welche mit ihren unzählbaren Wurzelzaſern und Wurzeläſten weit im Sande umherkriecht und die einzelnen gröberen Körner deſſelben zuſammenklammert.

Eine ſolche Pflanzendecke entwickelt ſich vorzüglich an den flachen Muldenthälern, welche ſich theils auf dem wellenförmigen Rücken, theils zwiſchen je zwei Dünenwällen ausbreiten, dann, wenn der Boden des Dünenrückens oder der Dünenthäler entweder aus Sand, welcher viel zerſetzbare Mineralkörner (z. B. Feldſpath, Glimmer, Hornblende), Conchylienreſte, auch Erdkrumenſtaub oder verweſende Organismenreſte enthält oder aus ſehr feinen eckigen Perlſandkörnern beſteht, welche die Eigenthümlichkeit haben, daß ſie bei völliger Durchnäſſung durch Regenwaſſer eine oberflächlich mehr oder weniger feſt zuſammenhängende Decke bilden, unter welcher nun das Regenwaſſer ſtehen bleibt und oft auf viele Fuß Tiefe die Dünenſand-Ablagerung ſo durchdringt, daß dieſelbe ſich wie ein mit Waſſer erfüllter Badeſchwamm oder Moraſt verhält. Wehe dem Thiere oder Menſchen, welcher eine ſolche waſſergeſättigte „Triebſandſtelle" betritt; ſpurloſes Unterſinken unter der raſch wieder zuſammenfließenden Triebſanddecke iſt der augenblickliche Erfolg. — Aber gerade dieſe vom Waſſer ganz durchdrungenen Sanddecken zumal in den Muldenthälern zwiſchen den Dünenwällen ſind die beſten Pflanzorte für die Waſſermooſe und

§. 55. — wo dieſe ſich erſt feſtgeſetzt haben, da ſind auch die Fundamente für Torfmoore oft von bedeutender Größe gelegt. An den immer feucht gehaltenen Rändern dieſer Moore laſſen ſich dann weiter Moorhaiden, Strandweiden und Erlen nieder, denen ſich an den mehr trockenen oberen Regionen der Dünengehänge, zumal an den landeinwärts gelegenen, die den loſen Sand feſtigenden und gegen das Fortwehen ſchützenden Dünengräſer (Elymus arenarius, Hordeum arenarium u. ſ. w.) anſchließen, bis ſich zuletzt auf dem namentlich durch die letztgenannten Gräſer zubereiteten Sandboden auch Kiefern und Birken, ja ſelbſt Eichen niederlaſſen. So iſt denn der Wall der Dünen feſtgebannt und für die Vegetation zugänglich gemacht; — auf immer jedoch nicht; denn wenn das Meer erſt wieder reichliches Material in ſeinem Schooße angeſammelt hat, dann holt es das Verſäumte nach. Mit jeder neuen Welle wälzt es große Mengen Sandes auf ſeinen Strand und jeder heftige Seewind jagt ſie an den alten Dünengehängen in die Höhe, treibt ſie zwiſchen die Bäume der Wälder und häuft ſie nach und nach ſo zwiſchen denſelben an, daß nur noch die dürr gewordenen blattloſen Gipfeläſte aus dem wüſten Sandgehäufe hervorragen; — in der That ein trauriger Anblick, welcher indeſſen über kurz oder lang verſchwindet, da dieſe dürren Reſte der ehemaligen Dünenvegetation faulend zuſammenſtürzen und nun vollends von den nachrückenden Wolken des Dünenſandes verſchüttet werden. Und wie mit dieſen Wäldern, ſo geſchieht es auch mit den Torfmooren; auch ſie werden von dem vorrückenden Sande allmählich verſchüttet. Nun hat zwar das Reich des Sandes wieder die Oberherrſchaft, aber nur ſo lange, als das Meer Sand herbeifluthen kann; tritt bei dieſem wieder ein Stillſtand ein, dann ruht auch die Macht des Dünenſandes und dann ſchleicht ſich das Heer der Pflanzen wieder im Gebiete der Dünen ein. So ſchwankt der Kampf zwiſchen den vorwärtsdrängenden Dünen und den ſich ihnen entgegenſtellenden Pflanzen hinüber und herüber. Die Zeugniſſe dieſes Kampfes aber kann man beobachten an den Wechſellagerungen von Torf- und Humusſchichten mit Sandbänken, ſowie ſie ſich in den Querdurchſchnitten alter Dünen, — z. B. in der oben erwähnten Düne auf der curiſchen Nehrung — zeigen.

Durch die landeinwärts dringenden Dünenwälle wie auch durch die von den Luftſtrömungen weggeflutheten Flugſandmaſſen ſind ſchon große Landesſtrecken ſammt ihren Culturländereien und Ortſchaften überſchüttet und in traurige Einöden umgewandelt worden.

Dieſes iſt namentlich der Fall an den Weſtküſten Europas und Afrikas, welche überhaupt in Folge ihrer Flachküſten und der vom atlantiſchen Oceane her ſtürmenden Seewinde ein Tummelplatz der Sandanwehungen ſind, ſo z. B. an der Südweſtküſte von Frankreich, wo die traurigen Haideſtrecken der „Les Landes“ ſich ausdehnen und das jährliche Vorſchreiten der Dünen nach Bremontier 20 Meter beträgt; ferner von der Weſtküſte von Holland an bis zu der Halbinſel Schleswig-Jütland; ſodann an der Weſtküſte von Afrika, wo

von Mogadore bis Cap Blanco eine Strecke Landes von wenigſtens 150 geographiſchen Meilen mit hohen Flugſandhügeln bedeckt iſt, welche das unerſchöpfliche Material zur Bildung und Erhaltung der Wüſte Sahel liefern, aber auch vom Oſtwinde getrieben wieder rückwärts in das atlantiſche Meer geſtürzt werden, ſo daß ſich an dieſen Stellen die Küſte ins Meer hinaus verlängert. §. 55.

Wie in dem eben angegebenen Falle, ſo werden noch an anderen Küſten die vorwärts dringenden Dünen theils wieder ins Meeresbett, theils in Meerbuſen, theils auch quer durch Flüſſe getrieben, ſo daß ſich deren Betten oder Stromrinnen anfüllen und namentlich die Flüſſe von ihrem Laufe abgelenkt werden. So iſt in Frankreich der Adour um mehr als 1000 Toiſen durch Sandwehen von ſeinem früheren Laufe abgelenkt worden; ſo wird das curiſche Haff immer mehr von dem Sande der curiſchen Nehrung verſchüttet; ſo werden die Dünen von den an der Weſtſeite Deutſchlands und Hollands gelegenen Inſeln in den zwiſchen ihnen und dem Feſtlande gelegenen Canal geſchüttet und dieſer dadurch zur Watten- und Marſchenbildung vorbereitet; ſo endlich iſt auch in Jütland der Kollindſund, welcher früher ein Meerbuſen war, durch den Dünenſand gegenwärtig in einen abgeſchloſſenen See umgewandelt.

Und was der Dünenſand jetzt noch thut, das hat er auch ſchon ehedem gethan. Die durch Jütland, Schleswig und das nördliche Deutſchland ins Innere von Rußland bis zum Ural hin reichende, auf ihrem breiten Rücken mit zahlreichen Seen und Moorungen verſehene und den ehemaligen Strand des baltiſchen Meeres umgürtende Landeshöhe iſt wahrſcheinlich nichts anderes als ein ehemaliger Dünenwall; und die Lybiſche Wüſte, welche noch fortwährend nach Oſt hin vorrückt und ſchon an einzelnen Stellen das Nilthal erreicht hat, erhält ihren Sand durch die von den Dünen der afrikaniſchen Nordküſte nach Oſt und Südoſt wehenden Winde.

Soviel über die Entſtehung, Fortentwickelung und Verbreitung der Dünen. Schließlich ſei hier noch erwähnt, daß der Dünenſand zwar vorherrſchend aus eckigen oder abgerundeten Quarz- oder Feuerſteinkörnern beſteht, aber außerdem auch gewöhnlich mehrere Procente zerſetzbarer Mineralreſte (— z. B. Feldſpath, Glimmer, Hornblende, Augit, magnetiſches Titaneiſenerz —) und nicht ſelten auch noch mehr oder weniger klein zerriebene Stückchen von Conchylien und Korallen, zu denen ſich oft noch vollſtändig erhaltene Schalen von Foraminiferen geſellen, enthält. Befinden ſich größere Mengen dieſer zerſetzbaren Körperreſte in ſeinem Gemenge, ſo entwickeln ſich aus ihnen mit der Zeit ſo viel erdige Subſtanzen, daß ſie die Sandkörner zuſammenkitten und in mehr oder weniger feſten Sandſtein umwandeln können, wie dieſes unter anderem an der Süd-, Südweſt- und Weſtküſte von Neuholland der Fall iſt, wo der loſe Dünenſand durch die, in Kohlenſäure haltigem Waſſer löslichen, Korallen- und Conchylienreſte noch fortwährend in kalkigen Sandſtein umgewandelt wird. — Sollte nicht manche Sandſtein-Formation der

Vorzeit auch in ähnlicher Weiſe aus ehemaligen Sandablagerungen entſtanden ſein?

§. 56. **Tiefſee- oder pelagiſche Landbildungen.** — Von den bis jetzt betrachteten, ihrer Hauptmaſſe nach von den Feſtländern abſtammenden, Schuttmaſſen gelangen nur wenige unter den gewöhnlichen Verhältniſſen in die vom Lande weit entfernten Gebiete des Oceans. Nur die von den vulcaniſchen Dämpfen in die Höhe geſchleuderten und dann von heftigen Luftſtrömungen weit weg geflutheten pulverigen und ſtaubigen Maſſen der Vulcanenaſche, ſowie die Blöcke und Felsſchuttmaſſen, welche durch losgeriſſene und nun ſüdwärts ins hohe Meer hineinſchwimmende Eisinſeln der Polargletſcher transportirt werden, gelangen noch weit in die hohe See hinein. Was nun ſonſt noch von Mineralſchutt, ſo namentlich von Sand und Erdſchlamm, in der Tiefe ſich findet, das hat die gewaltige Wucht der Meeresmaſſe aus der Zermalmung oder Zerreibung theils der eben genannten terreſtren Schuttmaſſen, theils der mineraliſchen Sohle ſeines Bettes, theils aber auch der in der Tiefſee vorhandenen, mit kalkigen Schalen oder Körpergerüſten verſehenen Meeresthiere erhalten; ja man kann behaupten, daß, wie weiter unten noch näher erörtert werden ſoll, die eben genannten Körperreſte von Meeresorganismen, ſowie auch die noch vollſtändigen Gehäuſe mikroſkopiſch kleiner Thiere und Pflanzen oft das Hauptmaterial zur Bildung weit ausgedehnter und mächtiger, mariner Erdrindemaſſen nicht bloß in der Gegenwart noch liefern, ſondern mehr oder weniger in allen Entwickelungsperioden der Erdrinde geliefert haben.

Neben allen dieſen, nur als Schlamm, Pulver oder Sand auftretenden, Schuttmaſſen des Meeres ſpielen diejenigen Mineralmaſſen, welche ſich aus den, in dem Meerwaſſer gelöſten, Salzen ausſcheiden, eine große Rolle, wenngleich ihre Ablagerungsmaſſen in der Tiefſee nur unter gewiſſen Verhältniſſen auftreten. Unter ihnen iſt vor allen das *Kochſalz mit ſeinen Begleitern*, dem Chlormagneſium, Chlorkalium, Chlorcalcium, Bitter- und Glauberſalz und der *Gyps* zu nennen. Alle dieſe Salze bilden jedoch erſt dann Niederſchläge, wenn das ſie gelöſt haltende Waſſer verdunſtet iſt. Am erſten unter ihnen ſcheidet ſich noch der, — zu ſeiner Löſung 500 Theile Waſſer brauchende, — Gyps ab, nach ihm folgt das Steinſalz, aber die übrigen oben genannten Chloride und Sulfate erhalten ſich ſelbſt dann noch gelöſt, wenn das Meerwaſſer bis auf ein geringes Quantum verdunſtet iſt. In allem dem liegt der Grund, warum die Salzablagerungen vorherrſchend aus Kochſalz beſtehen und ſich namentlich während des Sommers an den ſeichten Strandgebieten des Meeres bilden, wie auch ſchon im §. 29 gezeigt worden iſt. Wenn ſich daher in der Tiefſee Salzablagerungen bilden ſollen, ſo muß das Waſſer derſelben ſo mit Salzen überſättigt ſein, daß von ſelbſt ſich das überflüſſige Salz ausſcheidet. Aber eine ſolche Ueberſättigung kann wohl niemals in Meeresgebieten ſtattfinden, welche ſehr tief ſind und von Ebbe und Fluth, ſowie von unterſeeiſchen Strömungen fortwährend mit ſalzärmeren Waſſermaſſen verſorgt werden. Nur wenn ein ſolches ſalzreiches Meeresbecken durch Erdbeben wellenförmig gehoben worden iſt, daß ſeine oberen, ſalzärmeren und darum leichteren, Waſſerlagen abfließen konnten, während die tieferen,

§. 56.

ſalzreichen Waſſerſchichten in den durch die theilweiſe Hebung des Meeresgrundes entſtandenen Wellenthälern oder Tümpfeln ſtehen blieben und in Folge davon ihr Waſſer leichter verdunſten laſſen konnten, — nur in ſolchen ganz oder zeitweiſe dem Verdunſtungsproceſſe preisgegebenen Meeresbecken konnten ſich die Salze allmählich ablagern.

Eine höchſt merkwürdige Rolle ſpielt unter den im Meerwaſſer gelöſt vorkommenden Salzen der kohlenſaure Kalk. Obgleich im Meerwaſſer nur in ſehr geringen, oft kaum bemerklichen, Mengen vorhanden, vermag er trotzdem bedeutende Ablagerungen im und am Meeresbecken zu erzeugen, wie nicht nur die mächtigen Kalkſteingebiete der, aus dem ehemaligen Oceane emporgehobenen, Feſtländer, ſondern auch die jetzt noch an den Küſten mancher Inſeln und Continente entſtehenden Kalkſteinriffe beweiſen. Außerdem aber muß er fortwährend im Meere ſich bilden; denn ſeiner bedürfen die unzählbaren Schaaren der im Meere lebenden Mollusken, Radiaten, Polypen, Rhizopoden, Foraminiferen u. ſ. w. theils zum Aufbau ihres ſteinartigen Körpergerüſtes, theils zur Bereitung ihrer harten Körperſchale. Man hat darum ſchon lange die Frage: „Woher nehmen alle dieſe Thiere den für ihren Körperbau nothwendigen kohlenſauren Kalk?“ aufgeworfen und zu erklären geſucht. Fr. Mohr u. A. leiten ſeine Abſtammung von den im Meerwaſſer vorkommenden Gypstheilen ab, indem ſie meinen, daß der von den Pflanzen und Thieren des Meeres als Nahrung in ihrem Körper aufgenommene Gyps zerſetzt und dann bei der Verweſung dieſer Organismen in kohlenſauren Kalk umgewandelt werde. Indeſſen wohl einfacher läßt ſich dieſe Bildung von kohlenſaurem Kalk durch die Annahme erklären, daß durch die in jedem Augenblicke entſtehenden Verweſungsſubſtanzen von Meeresthieren eine große Menge von Quellſäure und Kohlenſäure entſteht, durch welche die theils den Meeresboden, theils die Küſten bildenden und Kalkerde enthaltenden Geſteinsmaſſen zerſetzt werden, ſo daß doppelt-kohlenſaurer Kalk entſteht, welchen nun die oben genannten Meeresthiere in ſich aufnehmen und zum Aufbau ihrer harten Körpertheile benutzen. Nach ihrem Abſterben werden alsdann ihre harten, aus kohlenſaurem Kalke beſtehenden, Körpertheile von der Meereswoge zermalmt und zu Pulver zerrieben, aus welchem dann in Folge ſeiner Zuſammenpreſſung durch die über ihm ſtehende Waſſermaſſe des Meeres Ablagerungen von dichtem, geſchichtetem Kalkſtein entſtehen.

Bemerkung: Nur die aus Kalk, welcher aus zerriebenen Meerthierreſten entſtanden iſt, gebildeten Meereskalkablagerungen ſind wirklich geſchichtet und dicht; die aus Kalklöſungen im Meere entſtandenen Kalkſteine ſind ungeſchichtet und kryſtalliniſch. Aber dieſe letzteren zeigen ſich nur ſelten bei Tiefſeekalkformationen, ſondern treten hauptſächlich in denjenigen Kalkformationen auf, welche als Küſtengebilde zu betrachten ſind. Vielleicht darf man behaupten, daß alle, vom Lande entfernten Tiefſeekalkformationen vorherrſchend aus zermalmten Meerthierreſten gebildet worden ſind und ſich noch fortwährend bilden.

Nach allem eben Mitgetheilten ſpielen die aus kohlenſaurem Kalk beſtehenden Gehäuſe der Mollusken und Radiaten, ſowie die ſteinernen, baumähnlichen, Körpergerüſte der Korallen-Polypen eine ſehr große Rolle bei der Bildung von Kalkſteinablagerungen in der Tiefſee, wie auch ſchon die

oft fast nur aus zerstückelten Conchylienresten bestehenden Schichtmassen auch der alten Kalksteinformationen (— z. B. des Muschelkalkes —) beweisen. Aber nicht bloß zermalmte Conchylien- und Korallenreste, sondern auch noch die vollständig erhaltenen Gehäuse mikroskopisch kleiner Schalthiere (Protisten) aus der Ordnung der Rhizopoden (Wurzelfüßler) oder Foraminiferen, — namentlich der Globigerinen, Textilarien und Biloculinen, — sowie ebenso kleiner Algen mit Kieselpanzern aus der Familie der Oscillatorien, Diatomeen und Polycystineen bilden das Zusammensetzungsmittel mächtiger Tiefseekalkformationen, so z. B. der Kreide, aber auch mancher Jura-, Lias-, Keuper- und Muschelkalkbänke, deren Masse vorherrschend aus den Gehäusen der eben genannten Protisten besteht, und, wie die Tiefseeforschungen der neueren Zeit erwiesen haben, noch gegenwärtig die Mittel, aus denen in der Tiefsee noch fortwährend die Materialien zur Bildung neuer Kalksteinablagerungen geschaffen werden.

Zusatz 1: Man hielt früher die Tiefen des Meeres von 20,000 Fuß wegen des in denselben herrschenden Mangels an Lebensluft und wegen des über ihnen lastenden gewaltigen Druckes für leer an Thieren und Pflanzen; allein bei der Untersuchung der atlantischen Meeressohle fand man, daß sich in Tiefen von 12,000 Fuß ein schmutzig gelblichgrauer, zähklebriger, gallertähnlicher, belebter Schlamm befand, welcher zahllose, belebte Kügelchen und Scheibchen (Coccolithen, Discolithen und Cyatholithen) und außerdem die oben genannten Protisten, Diatomeen und Polycystinen umschloß. Diesen belebten Schlamm nannte man Tiefsee-Urschleim oder Bathybius. Nach Gümbel enthält derselbe

59,65 kohlensauren Kalk,
1,41 kohlensaure Magnesia,
11,36 Thonerde, Eisenoxyd und Phosphorsäure,
20,30 Kieselerde,
3,05 organische Substanz,
3,74 Wasser und Verlust (Fig. 57).

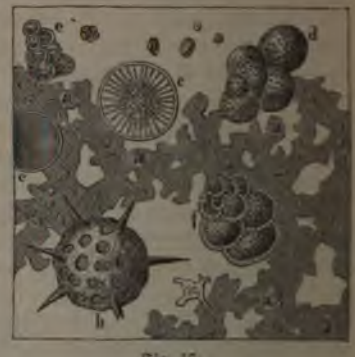


Fig. 57.

a. Tiefseeschlamm mit Coccolithen und Coccosphären; b. Radiolarien; c. Diatomeen-Scheibchen; d. Globigerinen; e. Textilarien; f. Textilarien.

Zusatz 2: Schon Ehrenberg hat gezeigt, daß die Kieselguhr von Franzensbad bei Eger, von Stafford in Virginien und von Ebsdorf in der Lüneburger Haide aus Kieselpanzern von mikroskopisch kleinen Algen aus der Familie der Campylodiscus, Gallionella, Pinularia und Navicula besteht, während Bornemann, Reuß u. A. nachwiesen, daß die Mergel und bituminösen Kalkmergel des Lias und Keupers hauptsächlich aus den Kalkschalen von Foraminiferen bestehen, und Gümbel sogar nachwies, daß in den mergeligen Lagen des Leithakalkes und fast in allen weicheren Kalksteinen Coccolithen vorhanden sind. — Alle diese Entdeckungen machen es sehr wahrscheinlich, daß vielleicht die meisten dichten, mit mehligem Bruche versehenen, Kalksteine auch der älteren Erdrindeformationen aus den Kiesel- und Kalkschalen der Protisten des Bathybius-Schlammes entstanden sind.

§. 57. **Landbildungen durch Korallen: Koralleninseln und Korallenriffe.** — An die Landbildungen durch den Tiefseeschlamm schließen sich diejenigen Riff- und Inselgebilde an, welche durch die merkwürdigen, bald schwamm-,

bald ſtrauch- und baumförmigen, harten und feſten, Körpergerüſte der Korallen-Polypen aufgebaut werden. Dieſe kleinen, gallertartigen, ſchlauch- oder darmförmigen, an ihrer Mundöffnung mit ſtrahligſtehenden, bald blatt-, bald fadenförmigen, Fangarmen verſehenen, Thiere vergrößern ihren Körper vorherrſchend, ähnlich wie die Bäume, durch Knospen, welche ſeitlich aus ihrem Körper herauswachſen, ſich verlängern und wieder durch Knospung vermehren, ſo daß zuletzt ein großer, unendlich viel veräſtelter und labyrinthiſch verzweigter, Polypenbaum — ein wahrer, aus einer Polypenſtammmutter und ihrer zahlreichen Nachkommenſchaft beſtehender Stammbaum — entſteht. Zugleich ſchwitzen alle die an einem ſolchen Baume vorhandenen Individuen einen kalkhaltigen Schleim aus, welcher unter dem Einfluſſe des Meerwaſſers zu hartem kohlenſauren Kalk erhärtet und als ſolcher nun einen Korall bildet, unter welchem man alſo nur das von einem Polypen ausgeſchwitzte, aus erhärtetem kohlenſauren Kalke beſtehende, Körpergerüſte oder Gehäuſe deſſelben verſteht. Es erzeugen indeſſen nicht alle Polypen ſolche Korallen; ja es kommen die Korallenpolypen nicht einmal in allen Meeren und allen Meerestiefen vor. §. 57.

Die Hauptheimath der Korallen bauenden Polypen befindet ſich in den tropiſchen Meeren zu beiden Seiten des Aequators (zwiſchen 30 ° nördlicher und 25 ° ſüdlicher Breite). Mit dem rothen Meere beginnend ziehen ſie durch das indiſche Meer nach dem großen Ocean, in deſſen Südſee ſie die größte Verbreitung und mächtigſte Entwickelung zeigen. Wo in dieſem Gebiete die Temperatur 20 — 22 ° R. beträgt und das Meerwaſſer den Polypen die ihnen zur Erzeugung ihres Koralles nöthige Menge Kalkes darbieten kann, da laſſen ſie ſich am liebſten nieder, vorausgeſetzt, daß ſie in dieſen Gebieten auch einen Niederlaſſungsſitz finden, welcher höchſtens 100 Fuß tief iſt; denn in größeren Meerestiefen können die Korallen-Polypen nicht gedeihen. Unter ihnen nun wohnen von 100 — 50 Fuß Tiefe die halbkugeligen, an ihrer Oberfläche mit Sternen bedeckten, Aſträen; ſie bilden das Grundgebäude der Korallenriffe. In Tiefen von 50 — 12 Fuß laſſen ſich die großhalbkugeligen, an ihrer Oberfläche mit labyrinthiſch gewundenen Falten verſehenen Mäandrinen nieder. Und in der Tiefe von 12 Fuß beginnen dann die eigentlichen Korallenwälder, welche hauptſächlich von Madreporen, Milleporen und Pocilloporen aufgebaut werden und ſo weit in die Höhe wachſen, daß ihre Spitzen ſelbſt bei der ſtärkſten Ebbe noch vom Waſſer bedeckt bleiben.

Hält man nun feſt, daß die Riffe bauenden Korallen-Polypen höchſtens in 100 Fuß Meerestiefe ihre Wohnſitze anlegen, ſo folgt daraus von ſelbſt, daß dieſe Thiere an den felſigen Küſten von Feſtländern, Halbinſeln und Inſeln — und nicht in der Tiefſee — vorkommen müſſen. In der That kommen die mächtigſten Korallenbauten an den Küſten Arabiens, Indiens, Neuhollands, Polyneſiens und der weſtindiſchen Inſeln vor. Das Vorkommen von Koralleninſeln im großen Oceane fern von allen Feſtländern und Inſeln widerſpricht dieſer Annahme keineswegs, wie das Folgende lehren wird.

§. 57. Nach C. Darwin, dem gründlichsten Forscher in der Welt der Korallen-Polypen, lassen sich diese Thiere stets nur an felsigen Meeresküsten hauptsächlich da nieder, wo keine ins Meer einmündenden Flüsse sie in ihrem Treiben stören können, und lassen die Stellen der etwa vorkommenden Flußmündungen unbesetzt. Von ihrem Grundbaue an wachsen sie nun bis nahe unter die Meeresfläche in die Höhe, wobei sie aber der Landesküste sich immer eng anschließen und dieselbe mit einem labyrinthischen Korallengehege so umschließen, als wäre das letztere unmittelbar aus der Felsenmasse der Küste herausgewachsen. Diese so in enger Verbindung mit der Küste bleibenden Korallenwälder, welche z. B. stark entwickelt vorkommen an der Küste Arabiens, Madagaskars, Ceylons, der Nikobarischen Inseln, Hebriden, Antillen und der Halbinsel Florida, nannte man Küsten- oder Fransenriffe (Fig. 58). — Wenn nun in Folge von vulcanischen

Fig. 58.
Küstenriff.

Erschütterungen eine solche, mit einem Fransenriffe besetzte Küste oder Insel sich allmählich so weit abwärts senkt, daß noch die oberen Spitzen des zugleich mit ihr gesunkenen Korallenriffes nicht bis zur Meerestiefe von 100 Fuß gelangen, so bauen die Polypen desselben nach oben weiter fort bis zum Meeresspiegel hin und zwar die am äußeren Umfange des Riffes befindlichen Thiere schneller und stärker als die an der inneren, der Küste der Insel zugewendeten, weil jenen äußeren durch die brandende Meereswoge mehr Nahrung zugeführt wird, als diesen inneren. In Folge von allem diesen wird nicht nur das Korallenriff höher, sondern steht nun auch von der Küste oder Insel so ab, daß zwischen ihm und der letzteren ein mehr oder weniger breiter und tiefer Meerescanal entsteht.

In Fig. 59 ist A c A eine Insel, an welcher sich bei A B ursprünglich ein Küstenriff so lange befindet, als die Meeresoberfläche

Fig. 59.
Entstehung des Wallriffes aus dem Küstenriffe.

bei A A steht. Senkt sich nun die Insel so tief, daß die Meeresfläche bis zu der punktirten Linie a a steigt, dann wird das Korallen-

§. 57.

riff A B durch weiteres in die Höhe wachsen, bis zu a a gelangen, aber zugleich auch von der nun kleiner gewordenen Insel so abstehen, daß zwischen ihrer Spitze c und dem Korallenriffe a a ein breiter Meerescanal d entsteht.

Solche, eine Insel umgürtende, aber von ihr durch einen Lagunencanal getrennte, Korallenriffe hat man Damm- oder Wallriffe (Fig. 60) genannt. Die meisten der sogenannten hohen Inseln der Südsee, so die Gesellschaftsinseln, Fidschi- und Samoainseln, die Carolinen u. s. w. sind von solchen Wallriffen umschlossen. Manche derselben erheben sich 8 — 10 Fuß über das Meer und besitzen eine Breite von 1 — 4 Meilen; die Riffe von Neu-Caledonien erreichen eine Länge von 100 geographischen Meilen. Das größte Wallriff (Great Barrier genannt) erstreckt sich an der Nordostküste Australiens 250 deutsche Meilen weit und liegt oft 10 — 12 deutsche Meilen von der Küste entfernt. — (Fig. 61 zeigt das Wallriff der Insel Banikoro.) Wenn nun aber eine solche, von einem Wallriffe umgürtete, Insel später sich noch weiter und zwar so tief senkt, daß auch die letzte Landesspitze derselben in der Tiefe des Meeres verschwindet, dann werden die Polypen ihres ebenfalls mit untergesunkenen Riffes, wenn das letztere nicht bis zu 100 Fuß Tiefe gesunken ist, wieder von Neuem bis zur Meeresoberfläche emporwachsen und nun einen mehr oder weniger geschlossenen oder verschobenen Korallenring bilden, welcher ein Wasserbecken oder eine Lagune umschließt, weshalb man diese, nur aus einem Korallenringe bestehenden, Inseln Lagunenriffe oder Atolls nennt. Zu dieser Art von Riffbildungen gehören alle die gewöhnlichen oder eigentlichen Koralleninseln (niedrigen Inseln), deren im großen Oceane wohl 300 liegen, und zu denen auch die westlich von Vorderindien liegenden Laccadiven und Maledíven gehören. Nur einzelne derselben erheben sich 6 bis 12 Fuß über das Niveau der Meeresfluth und diese sind dann auch von Pflanzen, Thieren und Menschen bewohnt. Die Riffe, aus denen diese Ringinseln bestehen, sind gewöhnlich 3 bis 4000 Fuß breit und fallen nach außen sehr steil in große Tiefen ab,

Fig. 60. Wallriff.

Fig 61.
Wallriff der Insel Banikoro.

§. 57. während sie nach ihrer Lagune hin sanfter absinken (Fig. 62).

Fig. 62.
Lagunenriff oder Atoll.

Nach allem eben Mitgetheilten beginnt also jede Colonie der Korallen-Polypen mit dem Aufbaue eines Küstenriffes, welches sich dem Küstenfels eng anschließt. Aus diesem Küstenriffe wird dann beim Einsinken der Landesküste unter den Meeresspiegel zuerst ein Wallriff, welches die noch aus dem Meere hervorragende, kleiner gewordene Inselmasse in einiger Entfernung von deren Küste ringförmig umschließt, und zuletzt ein Lagunenriff oder Atoll, wenn auch der letzte Rest des ehemaligen Landes versunken ist, so daß nur noch der von den unermüdlichen, durch kein Stürmen der Natur aufzuhaltenden, Polypenthierchen bis zum Meeresspiegel weiter gebaute Korallenwall übrig bleibt.

Ist nun eine sehr große Landesinsel, deren Oberfläche von einzelnen Gebirgsketten und isolirt sich erhebenden Bergen besetzt ist, von einem Küstenriffe umschlossen, und es senkt sich diese Insel allmählich so weit in die Meerestiefe ein, daß nur noch ihre höheren Küstenstrecken, sowie die auf ihrer Oberfläche sich erhebenden Berge und Gebirgsketten mit ihren Rücken und Gipfeln als vereinzelte Inseln aus dem Meeresspiegel hervorragen, dann werden zwar die unermüdlichen, Tag und Nacht und Jahr für Jahr fortarbeitenden Polypen ihr Küstenriff wieder in die Höhe bauen, so daß sich rings um die untergesunkene Insel ein neues Riff bildet, aber dasselbe wird nun mit Unterbrechungen und in einiger Entfernung von der Insel als ein ringförmiges Wallriff auftreten, wenn überhaupt die ganze Insel nicht bis zu 100 Fuß Tiefe eingesunken ist. Ist jedoch die Hauptmasse der Inselküste in größere Tiefen gesunken, dann bauen die Korallenthiere nur noch um die, aus diesen größeren Meerestiefen hervorragenden, höher gelegenen Theile der ehemaligen Insel, also um deren einzelne Gebirgsketten und Berge herum ihre Riffe auf, so daß auf dem ehemaligen Oberflächengebiete der Insel und innerhalb des allgemeinen, die ganze Insel umspannenden, Ringwalles soviel einzelne Koralleninseln, — und zwar nicht nur hohe, von einem Wallriffe umschlossene, sondern auch niedere, nur aus einem Lagunenriffe bestehende, — zum Vorscheine kommen, als vorher Gebirgsketten und Berge auf der Insel vorhanden waren. Alle diese, am Rande und auf der Oberfläche eines unterseeischen Insellandes zusammen auftretenden, Koralleninseln bilden nun zusammen eine Korallen-inselgruppe. Die auf der Figur 63 abgebildete und Cotta's geologischen Bildern entlehnte Gruppe stellt die Koralleninselgruppe Arinach vor.

Wenn dann später in Folge von vulcanischen Hebungen eine solche Koralleninselgruppe sammt ihrer gemeinsamen Mutterinsel aus dem Meeresspiegel wieder hervortritt, dann sterben alle die kleinen Baumeister der-

ſelben ab. Unter dem Einfluſſe der Atmoſphärilien theils auf die Körper- §. 57.
maſſe der Polypen ſelbſt, theils auf den kohlenſauren Kalk der Korallen-
bäume werden dann weiter dieſe
letzteren zunächſt in ein Haufwerk
von Korallenſtücken und zuletzt in
eine von Korallenreſten durchzogene
Kalkſteinmaſſe umgewandelt, welche
nun theils auf der Oberfläche der
Inſel eine ausgebreitete Decke, theils
um die Gebirgsketten und Berge
herum ein mächtiges, klippiges, prall
anſteigendes, oft durch die Ver-
weſungsſtoffe der abgeſtorbenen Ko-
rallenpolypen bituminöſes Kalkſtein-
riff bilden. Indeſſen nicht bloß
die aus dem Meere emporragenden,
ſondern auch die noch unter dem
Meeresſpiegel vorhandenen oder nur
zeitweiſe, z. B. bei ſtarker Ebbe,
aus demſelben hervortretenden Ko-
rallenriffe unterliegen im Zeitver-
laufe dem Zertrümmerungsproceſſe.
Von den ſie bewohnenden Polypen
ſterben immer die an den unteren
Stämmen und Aeſten wohnenden
ab; aus ihrer verweſenden Körper-
ſubſtanz entwickelt ſich quell- und
kohlenſaures Ammoniak, welches nun
ihre Korallenmaſſe ſo erweicht oder
theilweiſe flüſſig macht, daß ſie wie
ein Kalkbrei wird und zu einer
compacten Kalkſteinmaſſe zuſammen-

Fig. 63.
Koralleninſelngruppe Arinach (Malediven-Inſeln) im indiſchen Oceane.

ſließt. Die über derſelben befindlichen und noch nicht angegriffenen Korallenſtöcke ſinken in dieſelbe ein und verſchmelzen mit ihr zu einer poröſen, von Korallenreſten durchzogenen, Kalkſteinmaſſe, welche mit der Zeit immer mächtiger wird und zuletzt ausgedehnte Ablagerungen bildet. Dazu kommt nun noch das unaufhörliche Stoßen der Brandung, durch welches auch ſelbſt das ſtärkſte Korallenriff im Zeitverlaufe namentlich an denjenigen Stellen, wo die Brandung mit voller Gewalt anſchlägt, zertrümmert und dann durch die vom Strande zurückrollende Meereswelle zu feinem Sande und Pulver zerrieben wird, welcher ſich nun mit dem oben erwähnten Kalkbrei miſcht und Veranlaſſung zur Bildung von kalkigem Sandſtein und oolithiſchem Kalkſtein giebt. — Und endlich geſellen ſich zu allen dieſen Zerſtörungspotenzen auch noch die in Fäulniß befindlichen thieriſchen und pflanzlichen Reſte, welche die brandende Meereswoge in alle Lücken und Zwiſchenräume eines Korallenriffes drängt und ſtopft. Dieſe, oft auch mit Meeresſand und Schlamm untermiſchten, Organismenreſte ſind von

der größten Wichtigkeit für die Landesbildung in und auf den Korallenriffen; denn einerseits wirken sie durch ihre ätzenden Verwesungssubstanzen umwandelnd auf die Körpermasse der Korallen ein, andererseits aber sind sie es auch, welche durch ihre immer größer werdende Anhäufung am Ende über den Meeresspiegel hervortreten und auf der Oberfläche des von ihnen ganz ausgefüllten Korallenriffes eine Erdbodenfläche erzeugen, welche durch den Auffchutt der überfluthenden Meereswoge allmählich so über den Meeresspiegel emporwächst, daß nun auch die letztere sie nicht mehr überströmen kann. Durch diese angeflutheten und aufgeschütteten Organismenreste sammt dem ihnen beigemengten Meeressande und Schlamme ist also nun erst das Korallenriff zu einer 6 bis 12 Fuß die Meeresfluth überragenden, niederen Landesinsel geworden, deren fruchtbaren Boden theils die Meeresfluthen, theils die Luftströmungen, theils auch die übernachtenden Seevögel durch ihre unverdauten Nahrungsstoffe mit keimfähigen Pflanzensamen besäen, so daß sich dann gar bald auf ihr eine üppige Pflanzencolonie, vor allen von Cocusnußpalmen, entwickelt.

Soviel über die Landesbildung durch die Korallen bauenden Polypen. Im Vorstehenden ist kürzlich angegeben worden, auf welche Weise diese Thiere noch in der Gegenwart wirken, aber ebenso, wie sie jetzt noch schaffen und Land bauen, so haben sie es auch in allen Bildungsperioden der Erdrinde gethan; denn die meist noch jetzt von Korallenresten durchzogenen, oft gewaltigen, Ablagerungsmassen von Kalkstein in der oberen Grauwacke- oder Devonformation (z. B. an der Hübichensteinklippe im Harz), Steinkohlen-, Zechstein-, Muschelkalk-, Jura- und Kreideformation, — sie alle, die so massenhaft über weite Landesgebiete ziehen und oft, wie z. B. in der Grauwacke-, Steinkohlen- und Zechsteinformation, noch riffähnlich die ehemaligen Gebirgsinseln umgürten, sind nichts weiter als ehemalige Korallenriffe.

Hält man fest, daß die Korallenthiere gegenwärtig nur an den Inseln und Festlandsinseln der tropischen Zone da, wo die Temperatur stets 20 — 22 ° R. beträgt, gedeihen und Riffe bauen, so darf man wohl auch annehmen, daß zu der Zeit, in welcher die Polypen um die Gebirgsinseln Deutschlands ihre Riffe bauten, an der Stelle von Deutschlands Grund und Boden ein tropisches Inselmeer vorhanden war. Die Pflanzenreste der Steinkohlenformation schon sprechen für diese Annahme; denn sie bestehen aus Palmen, baumförmigen Farnen und Schachtelhalmen — also aus ähnlichen Pflanzengeschlechtern, wie sie jetzt noch auf den Koralleninseln der Südsee vorkommen.

c. Pflanzenschuttbildungen.

§. 58. **Ueber Humus-, Geïn- und Torfbildungen im Allgemeinen.** — Es ist im Vorigen mitgetheilt worden, in welcher Weise das Wasser aus den steinartigen Körpertheilen der, im Gebiete des Meeres und auch großer Binnenseen lebenden, Thiere massige Ablagerungen von Kalk- und Sandstein schafft. Dabei ist aber auch erwähnt worden,

1) daß aus den festen Körpertheilen dieser Wasserthiere erst dann stabile Erdrindemassen entstehen, wenn zuvor alle, mit ihnen verbundenen,

weichen, aus Kohlen-, Waſſer-, Sauer- und Stickſtoff beſtehenden, §. 58.
eigentlichen Thierſubſtanzen zerſetzt worden ſind, ſo daß von ihnen höchſtens geringe Mengen fein zertheilter Kohle, erdölartiger oder bituminöſer Stoffe oder auch Schwefelammoniums — kurz ſolcher Verweſungsproducte übrig bleiben, welche ſich innig mit den entſtehenden Mineralmaſſen miſchen und ihnen dann eine dunkele, rauchgraue bis ſchwarze Färbung und oft auch einen Geruch nach Erdöl, Erdpech oder auch Schwefelleber ertheilen;

2) daß zur Zerſetzung dieſer Thierſubſtanzen der Zutritt von Luft nöthig iſt, woher es auch kommt, daß in Gewäſſern, welche von außen her immer friſche Luft erhalten, wie z. B. in Fließwaſſern oder ſelbſt auch in ſtehenden, aber von Strömen durchzogenen oder von heftigen Luftſtrömungen häufig in Bewegung geſetzten, Gewäſſern nur da, wo von kohligen oder bituminöſen Stoffen ſtark durchdrungene, Schlamm- und Steinſchutt-Ablagerungen vorkommen, wo das Waſſer — z. B. in tief eingeſchnittenen, nur durch einen engen Canal mit der übrigen Fluß- oder Seemaſſe in Verbindung ſtehenden, Buſen — nur wenig aufgeregt wird oder auch ganz in Ruhe bleibt.

Wenn nun aber in einem ſchlammreichen, ſtehenden Gewäſſer, welches von außen her weder Zu- noch Abfluß hat und demnach, — zumal bei eingeſchloſſener Lage — auch nicht von dem Sauerſtoffe der Atmoſphäre durchdrungen werden kann, Thier- und Pflanzenkörper abſterben und ſich zerſetzen, vermodern oder verfaulen, dann entſteht aus ihnen eine grauſchwarze oder ſchwärzlich-rauchgraue Subſtanz, welche im ganz durchnäßten Zuſtande ſchlammig, im ausgetrockneten aber theils pulverig, theils — namentlich wenn ihre Austrocknung unter ſtarker Zuſammenpreſſung ſtattgefunden hat — amorph-feſt, wachs-, pech- oder ſeifenähnlich iſt. Dieſe, auf dem Grunde ſchlammiger, gegen die Luft verſchloſſener, Gewäſſer entſtandene, Zerſetzungsſubſtanz von Thier- und Pflanzenkörpern beſteht theils aus einem Gemiſche von fein zertheilten, — oft auch mit Thonſchlammtheilen innig untermiſchten — Kohlentheilchen und Kohlen (— oder auch Schwefelammonium —) waſſerſtoffreichen Subſtanzen, theils geradezu aus verdichteten Kohlenwaſſerſtoff-Verbindungen und wird im erſten Falle *fauliger* oder *ſaurer Humus*, *Moder* oder *Gey*n, im zweiten Falle aber *Bitumen* oder auch wohl *Harzhumus* genannt. Aus ihm beſteht häufig der ſogenannte *Teichſchlamm*, welcher ſich auf dem Grunde von ganz ſtillſtehenden, fauligen Waſſerbaſſins oder auch von tiefen Cloakengruben erzeugt; er bildet auch einen *Hauptbeſtandtheil der meiſten bituminöſen Felsarten*, ſo des Kupferſchiefers in der Zechſteinformation.

Anders dagegen geht dieſe Zerſetzung von Organismenkörpern und namentlich von Pflanzen, vor ſich, wenn dieſelben nach ihrem Abſterben *immer mit der atmoſphäriſchen Luft und Feuchtigkeit in Berührung* bleiben. Alsdann werden eben durch den atmoſphäriſchen Sauerſtoff zunächſt die in den Zellen des Pflanzenkörpers vorhandenen Säfte theils in Ammoniak, theils in Humusſäuren umgewandelt, welche ſich nun mit den in der Zellenhaut vorhandenen Alkalien und auch dem

§. 58. eben erſt entſtandenen Ammoniak zu humusſauren Alkalien verbinden. Dieſe letztgenannten humusſauren Salze werden dann vom zutretenden Waſſer aufgelöſt und aus der verweſenden Pflanzenmaſſe ausgelaugt, ſo daß von derſelben nur noch eine heller oder dunkler braune, ſehr kohlenreiche Subſtanz übrig bleibt, welche Humus (— die hellbraune: Ulmin, die dunkelbraune: Humin —) genannt wird und ſich unter dem ſteten Einfluſſe der Luft allmählich ganz, zuerſt in humusſaures, dann in kohlenſaures Ammoniak umwandelt.

Bei dieſer Humification der abſterbenden Pflanzen alſo, bei welcher nach dem eben Mitgetheilten unter dem ſteten Einfluſſe der Luft im erſten Zerſetzungsſtadium die weichen und ſaftigen Körpertheile der Pflanze in auslaugbare humusſaure Alkalien, im zweiten Stadium aber die härteren Zellen und Gefäßhäute in kohlenreichen Humus und endlich auch dieſer in humus- und kohlenſaures Ammoniak oder Kali umgewandelt wird, bleibt zuletzt von der ganzen Pflanze nichts mehr übrig als etwas Waſſer und Kohlenſäure.

Wenn indeſſen am Ende des erſten Zerſetzungsſtadiums, — alſo dann, wenn von dem Pflanzenkörper noch das härtere, ſaftloſere Zellenfaſergerippe vorhanden iſt, — die Pflanzen unter Waſſer ſinken und durch dieſes von dem Einfluſſe der Luft ganz abgeſchloſſen werden, dann hört auch die eigentliche Humification derſelben auf und es beginnt der Vertorfungsproceß. Die über den untergeſunkenen und in der Humification befindlichen Pflanzen ſtehende Waſſermaſſe preßt dieſelben ſo zuſammen, daß ſie einen mehr oder minder dichten Filz bilden. Zugleich aber wird theils durch das von ihrem Humusbeſtandtheile eingeſogene und ſtark in ſeiner Maſſe zuſammengepreßte, theils durch das zwiſchen den Pflanzenfilz eingedrungene und ebenfalls zuſammengedrückte und verdichtete Waſſer viel Wärme frei. Durch dieſe wird — ähnlich wie in naſſen, feſt zuſammengepreßten Heu- und Düngerhaufen — die noch unzerſetzte Pflanzenfaſer ſo ſtark erhitzt, daß ſie unter Entwickelung von kohlenwaſſerſtoffhaltigen Gaſen ſich in eine kohlenreiche Subſtanz verwandelt, welche äußerſt gierig — wie jede friſche Kohle — die eben erſt ſich entwickelnden Gaſe wieder in ſich aufſaugt und ganz oder theilweiſe in ſich zu kohlenwaſſerſtoffreichen Subſtanzen, — ſeien es Erdharze, ſei es Bitumen — verdichtet. Die ſo von Erdharzen und Bitumen durchdrungene und umhüllte, aus Humus und verkohlter Pflanzenfaſermaſſe beſtehende Subſtanz iſt bei gewöhnlicher Temperatur ganz unempfindlich gegen alle weitere Veränderungen durch den atmoſphäriſchen Sauerſtoff und bildet nun den ſogenannten reifen Torf, Pechtorf oder die Torfkohle.

Im Allgemeinen erſcheint hiernach:

die reine Torfſubſtanz als ein Gemenge von

Verweſungsmaſſe			und	Verkohlungsmaſſe	
Humus mit löslichen humusſauren Alkalien.	und	Geinſäure mit quellſaurem Ammoniak.		Kohlenwaſſerſtoffſubſtanzen: Erdwachs u. Erdharz, welches ſich mit dem quellſauren Ammoniak zu Bitumen verbindet.	Pflanzenfaſerkohle, welche das Bitumen aufſaugt und feſthält.

Einfluß der Pflanzenarten auf die Torfbildung. — Nach dem eben Mitgetheilten könnte man vermuthen, daß alle Pflanzenarten gleichgutes Material zur Torfbildung abgäben. Dieses ist jedoch nicht der Fall; vielmehr lehrt die Erfahrung, daß eine Pflanzenart um so weniger zur Torfbildung geneigt ist, je leichter und schneller sie unter dem Einflusse von Luft und Feuchtigkeit verwesen kann. §. 59.

Unter den verschiedenen Pflanzen der Erdoberfläche verwesen diejenigen

am schnellsten, welche sehr reich sind

an Stickstoffsubstanzen (— Eiweiß, Käsestoff, Kleber —) und

an Alkalien;

denn die Stickstoffsubstanzen gehen sehr leicht in Gährung über und impfen ihre Gährungsproducte den mit ihnen im Verbande stehenden stickstofffreien Substanzen (— Stärkemehl, Dextrin, Zucker, Zellenstoff —) ein, so daß diese nun auch rasch verwesen.

Bemerkung: In ihrem Reichthume an Stickstoffsubstanzen liegt der Grund, warum Thierkörper keinen Torf bilden können.

Aber auch der Alkaliengehalt einer Pflanze beschleunigt deren Verwesung; denn die schon im ersten Stadium der Verwesung entstehenden humus- und kohlensauren Alkalien ätzen die Pflanzenfaser und treiben sie zur Bildung von Humussäure an.

Am langsamsten dagegen verwesen diejenigen Pflanzen, welche reich sind:

an Gerbestoff; denn dieser Stoff gehört zu den Sauerstoff gierigsten. Kann er denselben nun nicht aus der Atmosphäre erhalten, so entzieht er denselben sammt Wasserstoff dem von ihm durchdrungenen Pflanzenfasergewebe, so daß dieses nur noch Kohlenstoff behält, d. i. verkohlt wird;

an harzartigen Stoffen; denn diese Substanzen halten von dem Pflanzenfasergewebe, welches sie durchdringen und überziehen, die atmosphärische Luft ab, so daß die von ihnen durchdrungenen Pflanzenmassen erst durch die bei ihrer Zusammenpressung unter Wasser entstehende Wärme zur Verkohlung gebracht werden;

an erstarrter Kieselsäure (Kieselerde), welche ähnlich wie die Harze auf die von ihnen überzogenen Pflanzenorgane einwirken.

Außerdem gehören noch zu den schnell verwesenden Pflanzentheilen die jungen und saftreichen.

Wenn nun eine Pflanze zugleich Gerbstoff und Harz oder Wachs enthält, wie dieses z. B. der Fall bei der Rinde der Nadelhölzer, Birken, Weiden, Haiden u. s. w. ist, dann wird sie um so langsamer verwesen und umsomehr zur Torfbildung geeignet sein.

Ueberhaupt aber werden nun nach den oben angeführten und durch die Erfahrung bestätigten Angaben unter den vorzüglich zur Torfbildung geeigneten Gewächsen namentlich zu nennen sein:

1) die mit Gerbſtoff und auch Harz, Wachs oder Balſam reichlich verſehenen Nadelhölzer, namentlich Kiefern und Fichten, Birken, Pappeln, Weiden und Haidearten;
2) die mit Gerbſäure, harzigen Subſtanzen, Kieſelſäure und unlöslichen Kalkſalzen begabten Scheingräſer (Cyperaceen), zu denen die Rieth- und Wollgräſer (Carex und Eriophorum) gehören und Simſen oder Binſen (Junceen);
3) die viel unlösliche Kalkſalze und auch harzige Stoffe beſitzenden Schwimmpflanzen aus den Geſchlechtern Chara, Hippuris, Ceratophyllum, Myriophyllum und Potamogeton.

Dagegen ſind die eigentlichen, — zwar kieſelſäurereichen, aber auch viel Alkalien haltigen — Gräſer (Gramineen) um ſo weniger zur Torfbildung geneigt, je ſaftiger ihre Körperglieder und je breiter ihre Blätter ſind. Nur das dürre, harte, borſtenblättrige Borſtengras (Nardus stricta) macht inſofern hiervon eine Ausnahme, als es in Gemeinſchaft von Sumpf- und Waſſermooſen durch Anſammlung und Zuſammenhaltung von Waſſer ſeine Standorte zur Vermoorung und zur Aufnahme von Torf bildenden Gewächſen vorbereitet. Und ebenſo wie dieſes Gras wirken und verhalten ſich auch die eben genannten Sumpf- und Waſſermooſe aus den Gattungen Sphagnum und Hypnum. Dieſe ſehr ſtark wuchernden Mooſearten ziehen ſtets den naſſen Stellen eines Bodengebietes nach, ſaugen alle Feuchtigkeit ihrer Umgebung in ſich auf und halten ſie ſo feſt, daß ſie ſich wie ein mit Waſſer erfüllter Badeſchwamm verhalten und ebenſo nun auch ihre Bodenunterlage ſo naß machen und erhalten, daß ſich zwiſchen ihnen die oben genannten eigentlichen Torfmoorbildungsgewächſe niederlaſſen können. Dieſe Mooſe bereiten demnach ein Bodengebiet zur Bildung eines Torfmoores vor, und zwar in der Weiſe, daß die Sphagnum-Arten oder eigentlichen Waſſermooſe die Kieſelſäure ſpendenden, ſandreichen und kalkloſen, Bodenarten zur Aufnahme der Moorhaide (Erica Tetralix), die Hypnum- oder Aſtmooſ-Arten aber die Kalkerde ſpendenden Bodenarten zur Aufnahme der Rieth- und Wollgräſer vorbereiten; ſie ſelbſt aber ſind nur ſchlechte Torfbildner, indem die aus ihnen entſtandene Torfmaſſe eigentlich nichts weiter iſt, als die dicht zuſammengefilzte, gebräunte Mooſsmaſſe.

§. 60. **Beſchreibung der Torfgebilde.** — Wie im Vorigen ſchon angegeben worden, ſo iſt die eigentliche Torfſubſtanz als ein von bituminöſen Subſtanzen und Holz- oder Gerſäure durchdrungenes Gemenge von Humus (oder Ulmin) und brauner bis ſchwarzer Pflanzenkohle zu betrachten. In dieſer Beſchaffenheit nun erſcheint ſie während ihres ganz durchnäßten Zuſtandes ſchlammig oder teigartig und knetbar oder aufgeſchwollen ſchwammig, dagegen bildet ſie im ganz ausgetrockneten Zuſtande eine pulverige oder feſte Maſſe, welche bei Luftzutritt angezündet unter Entwickelung von ſchwächerer oder ſtärkerer Hitze und unangenehm brenzlich, — wachs-, pech- oder talgähnlich, — riechendem, flammenden Rauche bis auf einen größeren oder kleineren Rückſtand von Aſche verbrennt. Indeſſen von

ſolcher Beſchaffenheit zeigt ſich die Torfſubſtanz nur dann, wenn ſie vollſtändig ausgebildet iſt. Man kann daher einerſeits je nach dem Grade ihrer Ausbildung und andererſeits nach der Pflanzenart, welche als ihr Hauptbildungsmaterial auftritt, folgende Abſtufungen oder Abarten derſelben unterſcheiden. §. 60.

a. Torfarten, deren Maſſe aus zuſammengefilzten, noch mehr oder weniger deutlich erkennbaren, Pflanzenreſten beſteht (Unreifer oder Schwamm- oder Filztorf).

1) Moostorf: Leichte, fahlgelbe bis gelbbraune, aus mehr oder minder in einander verfilzten, deutlich erkennbaren, Waſſermooſen (aus der Gattung Sphagnum) beſtehende Maſſe, welche im friſchen Zuſtande von angeſogenem Waſſer ſchwammig aufquillt, im ausgetrockneten Zuſtande aber faſerig-filzig erſcheint und beim Erhitzen an der Luft mit wenig Hitzkraft und ohne merkliche Entwickelung von harzig riechenden, flammenden Dämpfen verbrennt. In der Regel die unterſte Lage der Haide- oder Hochmoore bildend.

2) Gras- oder Wieſentorf (Darg): Ziemlich ſchwere, gelblich- bis ſchwarzbraune Maſſe, welche aus einem Gemenge von Torferde und durch einander verfilzten oder auch lagenweiſe auf einander gepreßten Reſten von vertorfenden Sumpfgräſern (Cyperaceen) beſteht, beim Austrocknen feſt zuſammenbackt und im ganz ausgetrockneten Zuſtande angezündet mit widerlich brenzlich riechendem, flammenden Dampfe und unter ſtarkem Abſatze von Aſche verbrennt. — Er iſt das Hauptbildungsmaterial der ſogenannten Wieſen- oder Grünlandsmoore und geht bei ſeiner vollſtändigen Entwickelung in Pechtorf über. —

Abart von ihm iſt der Darg, ein alter, von Meeresanſchwemmungen verſchütteter, reifer Wieſentorf.

3) Haide-, Hage- oder Hochmoortorf: Eine ſepienbraune, aus erdigen, humoſen Theilen und filzig durcheinander geflochtenen Körperreſten von Haidearten, (namentlich von Erica Tetralix und Calluna vulgaris), und Graswurzeln beſtehende Maſſe, welche beim Austrocknen feſt zuſammenbackt und dann beim Anzünden mit widerlich talg-, wachs- oder pechähnlich und brenzlich riechendem, flammenden Dampfe und unter Abſatz vieler erdiger Aſche verbrennt. — Er bildet die Hauptmaſſe der Hoch- oder Haidemoore.

4) Der Blättertorf: Unrein gelblich- oder dunkelbraune, bald filzig-faſerige und dann namentlich aus Kiefernnadeln beſtehende, bald blätterige, ſich in dünne Lamellen ſpaltende und vorzüglich aus Erlen-, Birken-, Weiden- und Aspenblättern gebildete Maſſe, welche beim Austrocknen zu faſerigem oder ſchuppigem Pulver zerfällt und mit brenzlich riechendem, wenig flammenden Dampfe verbrennt.

b. Torfarten, deren Maſſe vorherrſchend aus amorpher, im naſſen Zuſtande ſchlammiger oder teigartiger, klebriger und formbarer, im

§. 60. trockenen Zuſtande aber ſtein- oder pechähnlicher, ſeltener pulverförmiger, ganz von Bitumen durchdrungener, Kohlenſubſtanz beſteht und keine oder nur wenige, meiſt undeutliche und ſtark angekohlte Pflanzenreſte zeigt (*Reifer* oder *eigentlicher Torf* oder *Torfkohle*).

Dieſer eigentliche Torf iſt im friſchen, noch naſſen Zuſtande knet-, ſchneid- und formbar und einem ſchwarzbraunen Thone ähnlich; im vollſtändig ausgetrockneten Zuſtande aber an der Oberfläche riſſig, im Innern jedoch ganz dicht und pechartig. Auf ſeiner Schnitt- oder Bruchfläche erſcheint er wachs- oder ölglänzend. Sein ſpecifiſches Gewicht iſt um ſo größer, je vollſtändiger ſeine Verkohlung iſt. —

Sehr merkwürdig erſcheint das Verhalten des Torfes gegen das Waſſer. Im *friſchen naſſen* Zuſtande nemlich beſitzt er ein ſo großes *Waſſeranſaugungs*vermögen, daß er 0,50 bis 0,90 ſeines Gewichtes Waſſer in ſich aufnehmen kann, ohne es tropfenweiſe wieder fahren zu laſſen. In Folge dieſer ſtarken *Waſſerhaltungskraft* erſcheint er, wie der Thon, einerſeits ſo *waſſerundurchläſſig*, daß ſich inmitten ſeiner Lagermaſſen wirkliche Becken von reinem Waſſer (— ſogenannte Trichterſeen oder Meere [Mare]), in denen ſich niemals Torf erzeugt, bilden können (— z. B. im Bourtanger und Papenburger Moore in den Emsgegenden —), — und andererſeits *im Waſſer ſo fein zertheilbar*, daß ſeine vom Waſſer ganz erfüllte Maſſe einen äußerſt zarten, klebrigen Schlamm bildet, welcher ſchwarzem Thonſchlamme ganz ähnlich ſieht und auf einer geneigten Fläche träge abfließt. Hat ſich nun aber eine Torfablagerung ganz voll Waſſer geſogen, und ſie erhält dann in Folge von ſtarken Regengüſſen noch mehr Waſſer zugeleitet, dann quillt ſie ſo lange auf, bis ihre Oberfläche berſtet und nun allen Torfſchlamm abfließen läßt. Hierdurch entſtehen die ſo gefürchteten *Torfmoorausbrüche*, deren Schlamm oft weite Strecken fruchtbaren Landes überſchüttet und in moorige Einöden verwandelt, wie dieſes z. B. im Jahre 1821 bei Kilnalady und Tulamore in Irland, wo ein ſolcher Torfſtrom 300 Acker Landes 60 Fuß hoch überſchüttete, geſchehen iſt. — Das angeſogene Waſſer läßt der Torf beim Austrocknen an der Luft nur ganz allmählich wieder fahren, aber erſt in der Siedehitze des Waſſers giebt er die letzten Spuren deſſelben ab. — In dem Grade aber, wie das angeſogene Waſſer verdampft, zieht ſich die Torfmaſſe um ſo mehr zuſammen, je freier ſie von noch unzerſetzten Pflanzentheilen und je reicher ſie an bituminöſen Stoffen iſt. Beim Pech- oder Stechtorfe z. B. kann dieſes Schwinden ſeiner Maſſe bis auf 0,6 — 0,8 ſteigen. — *Iſt nun die reife Torfmaſſe vollſtändig ausgetrocknet, dann beſitzt ſie weder Waſſeranſaugungs- noch Waſſerhaltungskraft* und erlangt auch dieſelbe nicht wieder, ſelbſt wenn ſie lange Zeit im Waſſer liegt.

Das aus dem friſchen, naſſen Torfe ausgepreßte Waſſer ſieht weingelb bis braun, oft aber auch ganz farblos aus, reagirt ſauer,

§. 60. ſchmeckt herb zuſammenziehend und iſt als ein Gemiſch von quellſaurem Ammoniak, Geinſäure und einer eigenthümlichen, faſt wie Holzeſſig riechenden, Gerbſäure (Brenzgallusſäure) zu betrachten. Durch dieſe Säuren nun wird die Torfbrühe befähigt Eiſenoxydhydrat und andere Metalloxyde, ſowie Kalk-, Baryt- und Gypsſpath, phosphorſauren Kalk, ja ſelbſt Silicate aufzulöſen und dieſelben erſt dann wieder unverändert abzuſetzen, wenn ſich die oben genannten Torfſäuren durch Oxydation in Kohlenſäure umgewandelt haben. In dieſem eigenthümlichen Verhalten der Torfbrühe iſt die Urſache zu ſuchen, daß ſich auf dem Grunde von Torfmooren Ablagerungen von kohlenſaurem Kalk, Phosphorit, Vivianit und Limonit bilden.

Von dem reifen Torfe kommen mehrere Abarten vor:

1) Pech-, Stich- oder Specktorf: Schwarzbraune bis pechſchwarze, ſehr ſchwere, im naſſen Zuſtande ſich wie Seife oder Speck anfühlende und formbare, aber nicht ſchlammige, beim Austrocknen aber hart und feſt werdende, berſtende Maſſe, welche ſtark von Erdpech durchdrungen iſt, bei der trockenen Deſtillation Paraffin und beim Verbrennen viel Hitze und einen brenzlich wachsartig riechenden Dampf verbreitet und dabei nicht viel graue Aſche abſetzt. Er entſteht vorzüglich aus der Vertorfung der Moorhaide und findet ſich daher in den tieferen Lagen der vorherrſchend aus dieſer Haide gebildeten Hochmoore. Er iſt nach dem Baggertorfe der beſte und reinſte Torf.

2) Schlamm-, Streich- oder Baggertorf: Schwarze, im friſchen Zuſtande ſchlammige, fettige, klebrige, im ausgetrockneten Zuſtande aber feſte, amorphe, ſchwere, von Erdpech oder Bitumen ganz durchdrungene, Torfmaſſe, welche mit großer Hitze, ſtark wachsartig bituminös riechendem Dampfe und unter Abſatz von wenig weißer Aſche verbrennt. Er findet ſich vorherrſchend auf dem Grunde von ſtehenden Gewäſſern und waſſerreichen Torfmooren und wird hauptſächlich von Conferven, Najaden, Myriophyllen und anderen ſchwimmenden Waſſerpflanzen gebildet. Man fiſcht (baggert) ihn mit Netzen, knetet ihn dann durch und preßt ihn endlich in viereckige oder halbkugelige Formen. Dieſer reinſte und vollkommenſte, das feinſte Paraffin liefernde, Torf kommt hauptſächlich in den Mooren Hollands, Weſt- und Oſtfrieslands vor, findet ſich aber auch in Mecklenburg, Holſtein und Pommern.

3) Torfpechkohle: Im friſchen Zuſtande weiche, geſchmeidige, elaſtiſche, aber nicht klebrige, ſchwarze und fettig glänzende, nach dem Austrocknen aber glasartig dichte, feſte, ſpröde, berſtende, ſammetſchwarze, im friſchen, flachmuſcheligen Bruche ſtark glasglänzende und in dünnen Blättchen braun durchſcheinende Torfmaſſe mit einem ſpecifiſchen Gewichte = 1,439. — Bei Luftzutritt erhitzt mit lebhaft gelber Flamme und unangenehm pechartig riechendem Dampfe verbrennend und 1,67 Procent gelblichweißer, vorzüglich aus Kalkerde, Eiſenoxyd, Magneſia und etwas Phosphorſäure beſtehender, Aſche hinterlaſſend. — Sie iſt ein Gemiſch von Torfkohle, Humusſtoffen, Torfſäure,

Harz und mikroſkopiſch kleinen, noch unzerſetzten Pflanzentheilchen und bildet dünne Schichten und Schnuren zwiſchen einer Faſer- und Specktorflage in einem Torflager am Dachelmoos bei Berchtesgaden (nach Gümbel).

Zuſatz: Man unterſcheidet auch noch:
1) den Vitrioltorf, einen, von vitriolescirendem Eiſenkies durchzogenen und tintenartig ſchmeckenden, Torf;
2) den Staubtorf (Scholl-, Bunk- oder Torferde) ein ſchwarzbraunes Pulver, welches aus der Verweſung trocken gelegter Torflager entſteht und namentlich auf Wieſenmooren die oberſte Lage bildet.

§. 61. **Einſchlüſſe im Torf.** — In der Maſſe des Torfes kommen nicht ſelten Körper eingeſchloſſen vor, welche theils in einem gewiſſen genetiſchen Zuſammenhange mit der ſie umſchließenden Torfmaſſe ſtehen, indem ſie entweder noch unvertorfte Theile von den torfbildenden Pflanzenarten oder Abſcheidungsproducte der vertorfenden Pflanzenſubſtanz ſind, — theils als zufällige, entweder ſchon vor oder erſt nach der Entſtehung des ſie umſchließenden Torflagers in die Maſſe deſſelben gerathene Einſchlüſſe betrachtet werden müſſen. Dieſe Einſchlüſſe ſtammen theils aus dem Pflanzen-, Thier- und Mineralreiche, theils ſind ſie ſogenannte Kunſtproducte.

a. Unter den in einer Torfablagerung vorkommenden vegetabiliſchen Einſchlüſſen erſcheinen nun diejenigen als weſentlich oder charakteriſirend, welche nachweisbar von denſelben Pflanzenarten abſtammen, aus denen auch die ſie umſchließende Torfmaſſe entſtanden iſt. Sie treten in einer Torfmaſſe um ſo häufiger und vollſtändiger erhalten auf, je unreifer und weniger vertorft dieſelbe iſt; in der dichten, amorphen Maſſe des Schlamm- und Pechtorfes dagegen fehlen ſie gänzlich oder erſcheinen doch ſo klein und undeutlich, daß man ſie nur noch mit dem Mikroſkope erkennen kann. In der Regel bilden ſie dann den flockigen Rückſtand, welcher bei der Behandlung der letztgenannten Torfarten mit Aetzkali übrig bleibt. Im Allgemeinen beſtehen ſie vorherrſchend aus ſolchen Pflanzentheilen, welche der Verweſung wie Vertorfung in Folge ihres ſtarken Harz-, Gerbſtoff- oder Kieſelſäure-Gehaltes am längſten und meiſten widerſtehen können. — Zu ihnen gehören namentlich Rinden-, Stamm- und Wurzelreſte von haideartigen Gewächſen und Nadelhölzern, Halm- und Blattoberhautreſte von Cyperaceen, Juncaceen und Schilfrohrgräſern, kleine, zäpfchenähnliche Aehren von Riethgräſern und auch Reſte von Waſſermooſen und Algen.

Dieſe Pflanzenreſte nun ſind nicht nur charakteriſirende Denkmäler für die Art der Bildungspflanzen, aus denen die ſie umſchließende Torfmaſſe entſtanden iſt, ſondern auch bezeichnende Merkmale, durch welche man erfährt, ob die Flora einer Gegend ſich ſeit der Bildung der Torfablagerung, welche Arten von ihr umhüllt, in ihren Geſchlechtern und Arten geändert hat oder nicht.

So hat z. B. Steenſtrup durch die zahlreichen Baumreſte, welche er in den übereinander lagernden Schichten der Waldtorflager auf Seeland beobachtete, nachgewieſen, daß auf dieſer Inſel die Vegetations-

verhältniſſe ſeit der Bildung der Torfmoore ſich verändert haben; denn §. 61.
er fand in den unterſten Lagen dieſer Waldmoore vorzüglich Reſte von Zitterpappeln, in den zunächſt darüber lagernden aber Kiefernreſte, in den über dieſen folgenden Eichen- und erſt in den oberſten Lagen Buchenreſte.

Mehr zufällig oder außerweſentlich dagegen erſcheinen alle diejenigen Pflanzenreſte, aus denen nachweisbar die Maſſe des ſie umſchließenden Torfes nicht entſtanden ſind, und welche entweder ſchon vor oder während der Bildung des Torflagers an dem Lagerorte des letzteren geſtanden haben, oder während oder nach der Entwickelung des letzteren, ſei es durch Waſſerfluthen, ſei es durch Menſchenhand, in dieſelben transportirt worden ſind. Indeſſen erſcheinen unter ihnen immer noch diejenigen, welche vor der Bildung des Torfes an deſſen Lagerorte gewachſen ſind, bezeichnend für frühere Vegetationsverhältniſſe einer Gegend.

Unter allen dieſen zwar für die Bildung des Torfes außerweſentlichen, aber für die ehemalige Flora des gegenwärtigen Torfgebietes bezeichnenden Pflanzenreſten machen ſich beſonders bemerkbar Baumſtämme, welche ſich noch auf ihren, theils in der Torfablagerung ſelbſt, theils in der mineraliſchen Sohle dieſer letzteren feſtſtehenden, Wurzelſtöcken befinden, theils umgeknickt neben dieſen liegen, ſo daß man annehmen muß, daß dieſe Stämme da gewachſen ſind, wo ihre Reſte gegenwärtig noch aufgefunden werden. Dieſelben ſtammen namentlich von Kiefern, Rothtannen, Birken, Aspen oder Eichen ab.

So hat man nach Bronn (Geſch. der Nat. II. S. 353) im Moore von Currugh auf der Inſel Man 18—20 Fuß tief unter der Oberfläche Kiefernſtämme noch aufrecht gefunden. Daſſelbe iſt nach Griesebach der Fall mit Kieferſtöcken, welche in einer Tiefe von 20 Fuß im Hunteburger Hochmoore ganz von Torf umſchloſſen vorkommen. Dagegen kommen im Gröninger und Oſtermoor Kiefernſtümpfe vor, welche nicht in der Torfmaſſe ſelbſt, ſondern in dem, unter dieſen Mooren gelegenen, Geeſtboden feſtwurzeln. Häufiger indeſſen hat man wagerecht umgeknickte Stämme von Kiefern und Eichen neben ihren Wurzelſtöcken entweder theilweiſe noch mit ihnen zuſammenhängend oder an ihren unteren Stammenden von einer Beſchaffenheit gefunden, daß es allen Anſchein hat, daß dieſe Stämme an der Stelle, mit welcher ſie aus der früheren Torfoberfläche hervorragten, angefault und dann von Sturmwinden umgeworfen worden waren. Da man nun zugleich auch beobachtete, daß die Längenaxe dieſer Stämme ſehr häufig nach Südoſt gerichtet iſt, ſo hat man angenommen, daß die im nördlichen Deutſchland herrſchenden Nordweſtwinde dieſe Stämme entwurzelt oder abgebrochen und umgeworfen haben. Man findet ſolcher abgebrochenen Kiefernſtämme nach Karſten in großer Menge in den meiſten Torfmooren Oſtfrieslands, Bremens, Lüneburgs und auch der britiſchen Inſeln.

Nach Bühler (Die Verſumpfung der Wälder ꝛc. Tübingen 1831) findet man mitten in den Torfmooren des Schwarzwaldes zahlreiche Stammreſte von Eichen und Kiefern, — Bäume, welche noch vor 300 Jahren die herrſchenden Waldbildner waren, — an Stellen, auf denen gegenwärtig höchſtens nur noch die Legföhre gedeiht.

Eine beſondere Erwähnung verdienen noch die in Torfmooren Weſtphalens und Oſtfrieslands liegenden Baumſtämme, welche an ihren Bruchflächen deutliche Spuren von Axthieben tragen und hier-

§. 61. durch andeuten, daß ſie durch Menſchenhand gefällt worden ſind. Nach Freeſe ſollen dieſe Baumſtämme auf Befehl Karls des Großen, nach Grieſebach aber durch die Römer gefällt worden ſein. Ebenſo ſoll der im Jahre 1818 2 bis 3 Fuß tief im Bourtanger Moore entdeckte und über eine Meile weit von Bolte nach Terapel verfolgte Knüppel- oder Holzdamm nicht ein Werk des Biſchofs von Münſter, ſondern der Römer ſein. Dieſer Damm iſt ſchon deshalb erwähnenswerth, weil er andeutet, um wieviel das Torfmoor ſeit ſeiner Legung gewachſen iſt; denn er iſt nicht im Moore eingeſunken, ſondern von dem letzteren überwachſen worden.

Außer den Baumſtämmen finden ſich in den Ablagerungen des reifen Torfes auch noch mehr oder weniger wohl erhaltene Baumfrüchte, welche theils von den Baumarten, deren Stammreſte man im Torfe findet, theils aber auch von Bäumen, die gar nicht an Torfmooren wachſen, z. B. von Buchen und Haſeln, herrühren. Dieſes letztere iſt namentlich bei Wieſenmooren der Fall, welche in der Nähe von Flüſſen liegen und zeitweiſe von den letzteren überfluthet werden.

Endlich findet man in Torflagern, und zwar am meiſten in dem amorphen Torfe, hie und da theils umſchloſſen von Torf, theils in und an den in ihm liegenden Holzſtücken größere und kleinere Knollen und Körner von harzartigen Subſtanzen.

So iſt nach Hausmann in einem Torflager bei Osnabrück Retinit, welcher von Wurzelfaſern durchzogen war, vorgekommen. — In dem trockenen Torfmoore von Redwitz in Bayern kommt nach Fickenſcher an bituminöſen Kiefern- und Fichtenſtämmen Scheererit (Fichtelit) vor; daſſelbe iſt nach Göppert der Fall bei Eger. Ferner hat man auch ſchon Bernſtein in Torflagern, ſo bei Colberg und auch bei Liebenwalde (3 Meilen von Berlin) gefunden. Endlich ſind auch namentlich in dem Baggertorfe der oſtfrieſiſchen Hochmoore Putzen und kleine Neſter von Erdpech (Bitumen) und Ozokerit (Erdwachs) gefunden worden.

Schließlich dürfen nicht unerwähnt bleiben die Kieſelpanzer von mikroſkopiſchen Algen aus den Familien der Oscillatorien und Diatomeen, welche nicht ſelten die unter dem Namen Kieſelguhr bekannten Aggregationen theils inmitten, theils auf dem Grunde der Torfmoore zuſammenſetzen.

Nach Palliardi (Jahrb. d. Min. 1838 S. 89) bilden die Kieſelpanzer namentlich von Navicula viridis, gibba, fulva, striatula und viridula, Gomphonema truncatum und clavatum im Torfmoore von Franzensbad bei Eger unter kleinen Grashügelchen 6 bis 8 Zoll dicke, bräunlichweiße Lager oder mit Moorabern oder Pflanzenfaſern durchzogene Schichten. Und in dem Torflager in der Soos bei Rohr bilden namentlich die Panzer von Campylodiscus clypeus und noch lebender Arten von Navicula ein Lager von 40 Schritten im Viereck und 1 — 3 Fuß Dicke.

b. Unter den in Torfmooren vorkommenden animaliſchen Einſchlüſſen machen ſich namentlich Knochen, Gerippe, ja ſelbſt noch mit Haut und Haaren bedeckte Körper von Wirbelthieren bemerklich. Nicht ſelten ſtammen dieſe Körper von Thieren ab, welche gegenwärtig entweder gar nicht mehr oder doch wenigſtens nicht mehr in den Landesgebieten exiſtiren, in deren Mooren man ihre Leichen

eingebettet findet. In dieſem Falle ſind ſie intereſſant, um einerſeits §. 61.
die Entſtehungszeit der ſie einſchließenden Torfablagerungen und andererſeits die Veränderungen, welche die Thierwelt des Landesgebietes, in welchem ſie gefunden werden, im Zeitverlaufe erlitten hat, zu erforſchen. Bemerkenswerth iſt hierbei noch, daß dieſe Körper in der Regel von Pflanzenfreſſern abſtammen und nicht ſelten noch eine aufrechte Stellung zeigen, ſo daß man annehmen muß, daß die ehemaligen Beſitzer dieſer Körper beim Suchen nach Nahrung auf die Moore geriethen und dann raſch in denſelben untergingen, — eine Anſicht, welche dadurch beſtätigt wird, daß noch gegenwärtig z. B. in Irland und Schottland, wo die Viehweiden oft unmittelbar an Torfmoore grenzen, jährlich eine namhafte Menge von Rind- und Schafvieh auf die eben angegebene Weiſe zu Grunde geht.

Unter den Säugethierreſten, welche von gegenwärtig nicht mehr exiſtirenden Thierarten abſtammen, ſind namentlich aufzuführen: die, vorzüglich in den Torfmooren der Inſel Man und Irlands oft noch in aufrechter Stellung vorkommenden, Gerippe des Rieſenhirſches (Cervus megaceros); ferner der im Torfe bei Seligenſtadt gefundene Schädel des Bos primigenius; endlich die in den unteren Torfſchichten von Wittgendorf bei Sprottau in Schleſien vorkommenden und bunt durcheinander liegenden Reſte von Elephas primigenius, Ochſen, Hirſchen, Fiſchen (?) und Paludinen (Vergl. Bronn's Geſch. der Nat. II. S. 385).

Auch Menſchenleichen hat man ſchon hie und da in Torfmooren gefunden. Nach Bronn (Geſch. d. Nat. II. S. 387) fand man in einem Torflager bei Haraldskiver in Jütland eine weibliche Mumie, welche mit Haken an einem Pfahle befeſtigt war und nach der Anſicht von Alterthumsforſchern von der — durch König Harald Blaatand im Jahre 965 in einem Torfmoore verſenkten — Königin Gunnhilde von Norwegen abſtammen ſollte. — Nach Keferſtein entdeckte man 1817 auf dem Grunde eines Torfmoores im oſtfrieſiſchen Amte Friedeburg ein Gerippe, deſſen Gewand noch vollkommen erhalten war und auf wenigſtens 2000 (?) jähriges Alter ſchließen ließ.

c. Mineraliſche Einſchlüſſe in der ausgetrockneten Maſſe namentlich des amorphen Torfes ſind keine Seltenheit und durchziehen dieſelben bisweilen in ſolcher Menge, daß durch ſie die Natur des ſie einſchließenden Torfes verändert wird. Außer den ſchon bei a. angegebenen und als Abſonderungsſubſtanzen der vertorfenden Pflanzen anzuſehenden Harzmineralien (Retinalithen) (vgl. Synopſ. d. Min. S. 890) entſtehen im Zeitverlaufe theils durch die — bei dem Vertorfungsproceſſe aus dem Pflanzenkörper ſelbſt freiwerdenden — mineraliſchen Pflanzenbeſtandtheile, theils durch den Einfluß der bei der Vertorfung freiwerdenden Säuren und Salze auf die mineraliſchen Beſtandtheile des Moorbeckens mehrere Mineralkörper, welche ſich innerhalb der Torfmaſſe bei ihrem Austrocknen abſetzen. Die wichtigſten dieſer im Torfe befindlichen Mineralien ſind:

1) Eisenkies (Markasit) in dünnen glänzenden Blättchen und Ueberzügen, vorzüglich an der Außenfläche der, in der Torfmasse eingeschlossenen, noch nicht vollständig vertorften, Pflanzenreste. Aus ihm entsteht unter dem Einflusse von Luft
2) Eisenvitriol, dessen Lösung oft die Masse des Torfes so durchdringt, daß sie sich beim Austrocknen an der Luft dicht mit schimmelähnlichen Ueberzügen von Eisenvitriol bedeckt und zur Benennung „Vitrioltorf" Veranlassung gegeben hat. Da, wo dieser Vitrioltorf in großer Mächtigkeit auftritt, wie zu Kamnig und Schmelzentorf in Schlesien, zu Torgau und zu Schwarzenbruch bei Duren im Rheinland, wird er zur Gewinnung von Eisenvitriol verwendet (vgl. Synops. d. Min. I. S. 344 ff.). Durch seinen Schwefelsäuregehalt wirkt er mannichfach umwandelnd theils auf die mineralischen Bestandtheile der vertorfenden Pflanzen, theils auf den erdigen Schlamm der Torfmoore ein und schafft aus ihnen Gyps, Glaubersalz, Bittersalz und Alaun, wie dieses z. B. im Torfmoore bei Franzensbad unweit Eger der Fall ist.
3) Kochsalz namentlich in manchen am Meere gelegenen Torfmooren, z. B. in Holland.
4) Vivianit oder phosphorsaures Eisenoxydul-Oxydhydrat in blauen oder blaugrünen, erdigen Knöllchen und Anflügen, theils mitten in der Masse, theils auf Spaltflächen des reifen, schwarzen Haidetorfes, theils aber auch in bituminösen Holzstämmen oder als Ausfüllungsmittel von Knochenröhren und Sumpfschneckenschalen. In vielen Torfmooren, so in Ostfriesland, wo man es „Stiffel" nennt, im Hagenbruche und zu Vechelde bei Braunschweig, bei Halberstadt, in den Elstermooren der Lausitz, in Pommern, Schlesien, Böhmen, Steyermark ꝛc. Ueber seine Entstehung vgl. die folgenden Paragraphen, wo von der Bildung der Limonite gesprochen wird, und auch den I. Band der Synopsis der Min. S. 481.
5) Limonit, lagenweise im Torf, vgl. im folgenden Cap. die Bildung der Raseneisenerze und im I. Bd. der Syn. S. 419.
6) Kalktuff, Wiesenmergel oder Alm in Zwischenlagen des Torfes an vielen Orten, z. B. in den Bayer'schen Mooren.
7) Schwefel, meist in blaßgelben, pulverigen Anflügen, aber auch in — bisweilen krystallinischen — Nestern, vorzüglich in den Vitriol haltigen Torfmooren und im Darg der Nordseeküstenländer. Er ist als ein Zersetzungsproduct, theils der vertorfenden Pflanzen, theils des Eisenvitriols zu betrachten.

§. 62. **Bildungsverhältnisse der Torfmoore.** — Es ist im Vorstehenden schon ausgesprochen worden, daß die Umwandlung abgestorbener Pflanzen in Torf zwar im ersten Stadium ihrer Zersetzung eine durch den Sauerstoff der atmosphärischen Luft herbeigeführte Humificirung der Pflanzensubstanz ist, dann aber im weiteren Verlaufe eine Verkohlung wird, welche unter Einwirkung des Wassers stattfindet. — Wasser, und zwar

ſtehendes, welches der atmoſphäriſchen Luft alle Einwirkung auf die in Verweſung begriffene Pflanzenſubſtanz abſchneidet, iſt demnach das mittelbare Schöpfungselement des Torfes. Aus dieſem Grunde werden Flüſſe, Seen mit ſtarken Zu- und Abflüſſen und auch das, von Ebbe und Fluth, von Stürmen und Strömungen fortwährend bewegte und mit friſcher Luft durchdrungene, Meer keine Bildungsſtätte für den Torf abgeben können. Und finden ſich nun trotzdem Torfablagerungen auf dem Grunde ihrer Betten, ſo waren dieſelben eher vorhanden, als die in der Gegenwart ſie bedeckenden Gewäſſer. Dieſes iſt z. B. der Fall an der Nordſeeküſte in Holland, wo man zur Zeit der Ebbe zwiſchen Nieuport und Oſtende ſogar den unterſeeiſchen Torf gewinnt, und überhaupt an den Strandländereien von der Schelde an bis nach Schleswig hin. §. 62.

1) In Oſtfriesland, wo man dieſen alten, gegenwärtig unter See-Alluvionen vergrabenen, Torf Darg nennt, wechſellagern dieſe, 1 bis 15 Fuß mächtigen, Dargablagerungen mehrfach mit Meeresſand, Klei und Knick, alſo mit Seemarſchgebilden. Zu Campen bei Emden hat man erſt den Darg unter einer 44 Fuß mächtigen Klei- (Seemarſch-) Ablagerung, alſo eben ſo tief unter dem Meeresniveau gefunden, als die höchſten Theile der heutigen Geeſt in den Küſtenprovinzen ſich über daſſelbe erheben. In den Warfen fand man folgende Schichtenreihe von oben nach unten:

Klei	10 — 14	Fuß
Knick	2 — 3	„
Klei	15 — 18	„
Darg	6 — 15	„
Sand oder Lehm . .	2 — 12	„
Geeſt als Sohle.		

2) Beſonders intereſſant ſind die Wechſellagerungen des Darg mit Alluvialſchichten, die eine periodiſch wiederkehrende Ueberfluthung des Meeres ausdrücken. So traf eine Bohrung, zwei Stunden weſtlich von Emden von oben nach unten auf folgende Schichten: 12 Fuß Alluvium, 4 Fuß Darg, 2 Fuß Alluvium, 2 Fuß Darg, 2 Fuß Alluvium, 1 Fuß Darg, 2 Fuß Alluvium, 3 Fuß Darg und 1 Fuß Sand.

3) Daß Torfboden-Ablagerungen, welche gegenwärtig vom Meeresſchlamm bedeckt ſind, früher von Menſchen bewohnt waren, dafür ſprechen die Gefäße von Thon und die römiſchen Schüſſeln, welche man bei Wendungen im unterſeeiſchen Torf gefunden hat; ferner die Gräber, Votivſteine, Glasgefäße und römiſchen Münzen, welche in Seeland zwiſchen dem Seemarſch und dem darunter liegenden Torfe in größerer Menge entdeckt worden ſind.

Wenn nun aber auch Waſſer abſolut nothwendig iſt zur Vertorfung von in Verweſung begriffenen Pflanzenmaſſen, ſo kann ſich doch auch Torf an Orten bilden, welche urſprünglich gar kein Waſſerbecken enthielten und ihrer mineraliſchen Zuſammenſetzung nach wohl nicht einmal im Stande ſind, das ihnen durch die atmoſphäriſchen Niederſchläge mitgetheilte Waſſer

§. 62. festzuhalten und auf ihrer Oberfläche anzusammeln. So ist es ja allbekannt, daß gerade im Gebiete des losen, Wasser so leicht verdunstenden und durch seine Masse durchlassenden, Dünen- und Geestsandes des nördlichen und nordwestlichen Deutschlands außerordentlich mächtige und weit ausgedehnte Torfmoore vorkommen.

Was überhaupt die Bildungsorte von Torfmooren betrifft, so müssen dieselben im Allgemeinen so beschaffen sein, daß sie entweder schon von Natur stehendes Wasser enthalten oder doch Wasser, welches sie von Außen her erhalten, auf längere Zeiträume hin festhalten können. Diese Beschaffenheit nun besitzen sie,

1) wenn sie eine solche Lage haben, daß
   a. das auf ihre Oberfläche gelangende Wasser nicht abfließen kann, wie dieses z. B. bei einer becken- oder muldenförmigen Oberfläche der Fall ist;
   b. unaufhörlich Wasser, — z. B. von Flüssen, Seen oder Gletschern, — in oder auf ihre Bodenmasse gelangen kann;
   c. die Sonnenstrahlen sie wenig oder nicht bestreichen und das auf ihrer Oberfläche befindliche Wasser zur Verdunstung anregen können, wie dieses z. B. bei in tiefem Schatten gelegenen, dicht bewaldeten Landflächen der Fall ist;
   d. die Wärme der Sonnenstrahlen gemindert wird durch zahlreiche, die Wärme stark verschluckende Körpermassen, z. B. durch große Wasserflächen, Gletscher und ausgedehnte Schneefelder, welche nicht nur unaufhörlich große Wärmemengen verschlucken, sondern auch bedeutende, das Klima einer Gegend stark herabdrückende, Nebel erzeugen;
   e. die Zahl der Sommermonate nur gering ist, so daß die Wärme derselben nicht ausreicht, um die während der lange dauernden kälteren Jahreszeit gebildeten Wasseransammlungen zur vollen Verdunstung zu bringen.

   Nach allem diesen ist die wahre Heimath der Torfmoore zunächst in der nördlichen gemäßigten Zone, und zwar vorzugsweise in dem wasserreichen Europa und Nordamerika, sodann aber in der warmen und heißen Zone entweder auf den Hochplateaus der Gebirgsrücken oder in den mit undurchdringlichen Wäldern bedeckten Landstrichen in der nächsten Umgebung der großen Ströme zu suchen;

2) wenn die Bildungsorte eine Sohle oder einen Untergrund besitzen, welcher das auf die Oberfläche derselben gelangende Wasser nicht durchsintern läßt. Dieses ist der Fall, wenn die Sohle aus einer festen, nicht von niedersteigenden Rissen durchzogenen Felsplatte oder auch aus Thon gebildet wird. Es kann indessen auch eine an sich das Wasser durchlassende Sohle, z. B. Sand und Kies, mit der Zeit undurchlässig und dann zur Moorbildung geeignet werden,
   a. wenn sie entweder aus feinem Quellsande, welcher bekanntlich bei völliger Durchnässung wasserdicht wird, oder in ihrer Masse von einer

§. 62.

fein zertheilten, das Waſſer anſaugenden und feſthaltenden, Subſtanz, z. B. von Eiſenoxydhydrat-, Humus-, fetten Thon- oder Kalkſchlamm, durchzogen wird, wie dieſes z. B. der Fall iſt bei Ueberfluthungen von Sandmaſſen durch Gewäſſer oder auch ſelbſt bei ſandreichen Uferländereien, in welche von den Ufern aus das ſchlammführende Waſſer von Flüſſen einſintert und ſich allmählich immer weiter in die Maſſe dieſer Ländereien eindrängt;

b. wenn ſie in kühlen Jahren bei an ſich feuchter Lage mit Waſſermooſen und anderen die Näſſe zuſammenhaltenden Pflanzen bedeckt werden.

Ueberhaupt vermögen die Pflanzen theils ſchon während ihres Lebens, theils nach ihrem Abſterben durch ihre Humusſubſtanzen das Bodengebiet, welches ſie bedecken, auch wenn es ſeiner Lage und mineraliſchen Beſchaffenheit nach gar nicht zur Feſthaltung und Anſammlung von Waſſer geeignet iſt, mit der Zeit in einen Waſſerpfuhl und Torfmoor umzuwandeln, wie dieſes ſchon im §. 23 und 24 gezeigt worden iſt. Ganz vorzüglich gilt dieſes von allen denjenigen Pflanzenarten, welche in großer Menge dicht zuſammenwachſen, ſtark wuchern und weit um ſich greifende Wurzelfilze bilden oder mit ihren Stengeln, Aeſten und Blättern den Boden ſo verdecken, daß die Sonnenſtrahlen nicht durch ihre dichten Decken hindurch zum Boden gelangen können. Unter dieſen ſtark wurzelnden und dichte Bodendecken bildenden Pflanzenarten verdienen hauptſächlich folgende als *Torfmoore gründende* bemerkt zu werden:

1) *Die bleich grünlichgelb oder röthlich ausſehenden Waſſermooſe* (— namentlich Sphagnum acutifolium Ehrh. und capillifolium —), welche in dichten Polſtern beiſammenwachſen, deren einzelne Individuen an ihren Spitzen — ſelbſt dann noch, wenn der untere Theil ihrer Stämmchen längſt abgeſtorben iſt — unaufhörlich fortvegetiren und ſich vermehren. *Sie wachſen zwar urſprünglich auf einem ſchon naſſen Boden, aber pflanzen die Durchnäſſung und Vermoorung weiter fort auch auf die ganz trockene Umgebung ihres Standortes*, indem ſie ihre ſtets mit Waſſer erfüllten Filze von dieſem letzteren aus immer weiter ſeitwärts über ihre Umgebung hin verlängern und hierdurch dieſelbe ſo durchnäſſen, daß ſie in verhältnißmäßig kurzer Zeit ein geeigneter Brutplatz für die Colonien der Waſſermooſe wird. Eine kleine, kaum fußweite, vielleicht durch das Ausroden einer Baum- oder Strauchwurzel entſtandene, Vertiefung im Boden, in welcher ſich abgefallenes Laub anſammelt und vermodert, iſt auf dieſe Weiſe häufig für dieſe Mooſe der erſte Brutplatz, von welchem aus ſie ihre naſſen Colonien ſtrahlig über die trockene Umgebung dieſes Wurzelloches immer weiter verbreiten und ſo in wenigen Jahren eine nicht unbedeutende Strecke Waldbodens in einen pfuhligen Bruch umwandeln (vgl. §. 24). Das Schlimme bei dieſem Verhalten der Waſſermooſe iſt nun noch, daß ſie vermöge ihrer außerordentlich ſtarken Waſſerhaltungskraft ſelbſt an *geneigten*, an ſich trockenen, Bergflächen die Moorbildung weiter fortpflanzen können, wie man an den Berg-

§. 62. lehnen der Alpen häufig genug beobachten kann. Sie treten indessen nicht auf jedem Boden auf; *den kalkhaltigen meiden sie, aber jede, lösliche Kieselsäure spendende, Unterlage, mag sie nun aus Thon, Lehm, Letten oder Sand bestehen, bietet ihnen eine willkommene Heimath.* Unter diesen Bedingungen siedeln sie sich am liebsten an den Ufern stehender Gewässer, — mag es nun Sumpf, Teich, See, Erdfall oder ausgebrannter Vulcanenkrater sein, — an und wachsen nun von diesen aus einerseits nach dem Wasserspiegel und andererseits landeinwärts hin. Ueber dem, von ihnen in Besitz genommenen, Wasserspiegel weben sie allmählich einen Moosüberzug, welcher im Verlaufe der Zeit immer weiter nach der Mitte des Wasserbeckens hin sich vergrößert, dabei aber auch immer mehr an Dicke zunimmt und zuletzt auf seiner Oberfläche einen geeigneten Ansiedlungspunkt anderen Sumpfgewächsen, so den Rieth- und Wollgräsern oder der Moorhaide, gewährt, welche dann das Vermoorungswerk der Wassermoose fortsetzen und aus der ursprünglichen Mooshaut ein *schwimmendes Land* bilden, welches mit der Zeit auf seiner Oberfläche auch Bäumen, Viehheerden, ja selbst dem Menschen eine geeignete Wohnstätte darbietet. Indem nun dieses schwimmende Land nicht bloß in die Breite, sondern auch in die Dicke wächst, senkt sich dasselbe anfangs nur bis unmittelbar unter den Wasserspiegel, so daß die auf ihm von Neuem und auf den vermodernden Körpern seiner ersten Ansiedler wachsenden Pflanzenarten über dem Wasserspiegel hervorragen. Indem aber durch diese neuen Ansiedler die schwimmende Mooshaut noch schwerer wird, senkt sie sich noch tiefer, so daß nun auch die auf ihr wuchernde und zum Theil schon in der Humification begriffene Pflanzendecke sich bis unter den Wasserspiegel senkt und so einer dritten Pflanzenansiedlung Platz gewährt. Und indem nun so weiter das schwimmende Land sich ruckweise immer mehr senkt und nach jeder Senkung eine neue Vegetation auf der eben erst unter dem Wasserspiegel versenkten zum Vorscheine kommt, wird allmählich die ursprüngliche schwimmende Masse so dick, daß sie den Grund ihres Wasserbeckens erreicht und hiermit das letztere von oben bis unten hin so weit ausfüllt, als eben vorher die schwimmende Moosdecke den Spiegel des Wasserbeckens überzogen hat.

Es ist im Vorstehenden nur im Allgemeinen die Art und Weise geschildert worden, in welcher Becken stehenden Wassers von oben nach unten durch Pflanzenmassen ausgefüllt werden. Im Besonderen ist bei dieser Ausfüllung nun noch zu erwähnen, daß zwar Wassermoose in allen Fällen die ersten Begründer derselben, dann aber die Nachfolger dieser Moose und die Vollender ihres Vermoorungswerkes nicht immer ein und dieselben Pflanzenarten sind; *daß vielmehr die Pflanzenarten, welche auf der vermodernden Oberfläche der schwimmenden Moosdecke zum Vorscheine kommen, abhängig erscheinen von der chemischen Beschaffenheit* (d. h. von den gelösten Substanzen) *des Wassers*

in dem vermoorenden Waſſerbecken. Eine vieljährige Beobachtung §. 62.
hat dem Verfaſſer gelehrt, daß in dieſer Beziehung die Art der, auf der Moosdecke nach und nach zum Vorſchein kommenden, Pflanzen abhängig iſt von dem Vorhandenſein im Waſſer gelöſter Kalkſalze. Enthält nemlich das Waſſer eines Sammelbeckens neben Kieſelſäure oder kieſelſaurem Kali auch doppelt-kohlenſauren oder quellſauren Kalk oder auch Gyps in ſich aufgelöſt, dann nimmt das Waſſermoos vorherrſchend die Kieſelſäure in ſich auf, läßt aber die Kalkſalze unberührt. In dem auf dieſe Weiſe an Kieſelſäure ärmer gewordenen, kalkhaltigen Waſſer laſſen ſich auf der Moosdecke zunächſt Conferven und Algen, dann aber vorherrſchend Rieth- und Wollgräſer nieder, ſo daß bei der Ausfüllung des Waſſerbeckens ein Wieſen-, Gras- oder Grünlandsmoor zum Vorſchein kommt. — Enthält dagegen das Waſſer eines Sammelbeckens nur Kieſelſäure oder kieſelſaure Alkalien, oder keinen (oder nur ſehr wenig) Kalk, dann wächſt und wuchert das Waſſermoos ſo lange fort, bis es das ganze Waſſerbecken ſo ausgefüllt hat, daß alles Waſſer ſcheinbar von der Moosmaſſe abſorbirt worden iſt, — und dann, wenn die Oberfläche der, durch das Waſſer blaſenförmig aufgetriebenen, Moosmaſſe durch die Luft in eine wie Sägemehl ausſehende Maſſe umgewandelt worden iſt, dann läßt ſich von den Ufern aus auf dieſer verrotteten Moosmaſſe die ſtark wuchernde Moor- oder Torfhaide (Erica Tetralix) nieder, um das Vermoorungswerk des Mooſes zu vollenden und aus dem ehemaligen Seebecken ein Haide- oder Hochmoor zu ſchaffen.

Nach allem eben Mitgetheilten werden alſo durch die Waſſermooſe zweierlei Vermoorungen gegründet, nemlich:

1) eine Vermoorung, welche durch Algen, Conferven, Rieth- und Wollgräſer fortgeſetzt und vollendet wird, ſo daß aus einem Waſſerbecken zuletzt ein Wieſen- oder Grünlandsmoor entſteht. Dieſes iſt der Fall, wenn in einem Waſſerbecken neben Kieſelſäure auch mehr oder weniger Kalkſalze vorhanden ſind. Die Vermoorungen der Waſſerbecken auf den breiten Rücken und in den Thälern der meiſten aus Gneiß, Granit, Porphyr, Kalkdiorit, Diabas, Baſalt oder mergeligen Sandſteinen beſtehenden Gebirgszüge zeigen dieſe Art der Vermoorung;
2) eine andere Vermoorungsart, welche vorherrſchend durch die Moorhaide ausgeführt und vollendet wird, ſo daß aus einem Waſſerbecken am Ende ein Haide- oder Hochmoor wird. Dieſes kommt hauptſächlich in dem Gebiete des Diluvialſandes, ſowie ihn vorzüglich das nordweſtliche Tiefland Deutſchlands zeigt, und in den alten, mit Waſſer erfüllten, Kratern oder Maaren längſt ausgebrannter, trachytiſcher Vulcane, alſo mit anderen Worten in Waſſerbecken vor, welche kalkfrei ſind.

Die auf dieſe Weiſe ein Waſſerbecken ausfüllende Maſſe beſteht nun ſpäter zuunterſt aus einer Lage unechten, filzigen Moortorfes und darüber aus ſo viel Lagen echten, reifen Torfes, als ſich nach

§. 62. und nach einzelne Vegetationsdecken übereinander entwickelt haben und zu oberst aus einer noch grünenden Decke von Sumpf- und Wassergräsern, namentlich von Rieth- und Wollgräsern, unter denen die letzteren sich am meisten durch ihre weißen, baumwollenähnlichen, Samenbüschel bemerklich machen oder auch aus Haide. — Während nun in der eben angegebenen Weise durch die Wassermoosansiedelungen ein Wasserbecken von unten nach oben in ein Torfmoor umgewandelt wird, verbreiten sich die am Ufer der ersteren wachsenden Sumpfgräser auch landeinwärts immer mehr und verwandeln dadurch die Uferländereien in eine mehr oder weniger breite Torfmoorzone.

Zusätze:

1) Schwimmendes Land, welches durch Stürme vom Ufer losgerissen und so in eine schwimmende Insel umgewandelt wird, kommt oft genug auf Landseen vor. Das Steinhuder Meer zwischen Leine und Weser im nördlichsten Theil des Fürstenthums Lippe-Schaumburg umfaßte früher 21,000 Morgen, gegenwärtig aber nur noch 14,000 Morgen. Seine schwimmenden Halbinseln („Quebben") breiten sich namentlich an der westlichen und südwestlichen Seite des Sees aus. — An der Pommerschen Ostseeküste sind die schwimmenden Halbinseln häufig. — Bei Dönges, zwei Meilen westlich von Eisenach, befindet sich auf dem Hautsee eine, mit Birken, Erlen und Kiefern bewachsene, 40 Ruthen im Durchmesser haltende, 3 — 5 Fuß dicke, aus Torfmasse bestehende schwimmende, Insel.

2) Seen, deren Torfmoormasse bis auf den Grund ihrer Becken reicht und so dieselben mehr und mehr ausfüllt, sind im Gebiete der Tiefländer ebenfalls sehr häufig.

In mancher Beziehung anders als bei den Grünlandsmooren geht die Vermoorung durch die Wassermoose in den flachen Muldenthälern der Dünen und Geest vor sich. Wenn im Nachsommer und Herbst in Folge von starkem Landregen der Sand der Dünen- und Geestmulden sich mit Wasser so übersättigt hat, daß seine einzelnen, theils mit Eisenocker-, theils mit Schlammhäuten überzogenen, Körner sich miteinander zu einer zusammenhängenden Lage verbinden, dann bleiben auf seiner Oberfläche Wassertümpel stehen. An den Rändern dieser Tümpel lassen sich die Wassermoose, deren Hauptvegetationszeit gerade der an Feuchtigkeit reiche Herbst und Winter ist, nieder und vermehren sich nun in der oben beschriebenen Weise so stark, daß die Sandmulden in wenigen Jahren sich mit einer Wassermoosmasse ganz ausgefüllt haben. Befinden sich nun in der näheren Umgebung dieser Moosmulden Wälder der Moor- oder Torfhaide (Erica Tetralix), so ziehen sich die Sprößlinge derselben von allen Seiten her nach den ganz mit Moos ausgefüllten Mulden und vermehren sich dann in dem für sie günstigen Terrain so stark, daß sie einen undurchdringlichen, alle Feuchtigkeit fest in sich zusammenhaltenden, Haidefilz bilden, auf dessen absterbenden und verrottenden Massen sich vom Ufer her wieder neue Haidewälder ansiedeln, so daß im Zeitverlaufe dadurch, daß immer neue Haidewälder auf den alten abgestorbenen und vertorfenden wachsen, die besetzten Mulden bald ausgefüllt erscheinen und die Haidefilze über denselben in die Höhe ragen. Indem

nun aber während der Haideanſiedelungen die Waſſermooſe, da ſie §. 62.
in der Mulde keinen Platz mehr finden, ſich ſeitwärts über die Ränder der Waſſermulde hinaus immer weiter ausdehnen und dann, wenn ſie neues Moorgebiet geſchaffen haben, die Moorhaide nach ſich ziehen, ſo wächſt das ſo ſich entwickelnde Haidemoorgebiet nicht bloß mehr und mehr in die Höhe, ſondern auch immer weiter in die Breite, wie auch ſchon im §. 24 erklärt worden iſt.

2) Wie die Moorhaide (Erica Tetralix) die Nachfolgerin der Waſſermooſe iſt und das Vermoorungswerk dieſer letzteren fortſetzt und vollendet, ſo iſt die gemeine Haide (Calluna vulgaris) häufig die Vorläuferin der Waſſermooſe. Dieſe Haideart wächſt vorherrſchend auf einem zur Erhitzung und Verdunſtung ſtark geneigten, ſandreichen Boden. Hat nun derſelbe eine Lage, in welcher er häufig von ſtarken Nebeln oder naſſen Luftſtrömungen befeuchtet wird, wie dieſes z. B. der Fall im weſtlichen Deutſchland iſt, wo die vom atlantiſchen Oceane herfluthenden feuchten Seewinde ihn beherrſchen, da wuchert die gemeine Haide ſo ſtark, daß ſie bald undurchdringliche Strauchwälder bildet, in welchen ſich alle atmoſphäriſche Feuchtigkeit zu einem feſtſtehenden, pfuhligen Waſſer anhäuft, ſo daß nun die abgeſtorbenen Haidepflanzen eine moderige, zuletzt torfige Maſſe bilden, auf welcher nun weiter Sumpfmooſe ſich anſiedeln und das Vermoorungswerk der Haide weiter führen und vollenden.

3) Wie durch die Waſſermooſe kalkfreie, ſandreiche Bodenſtrecken, deren Waſſer gelöſte Kieſelſäure liefert, in Torfmoore umgewandelt werden, ſo ſiedeln ſich auf zur Näſſe geneigten, löslichen Kalk ſpendenden, thonigen und mergeligen Bodenarten, ſowie man ſie z. B. im Gebiete der Kalkformationen antrifft, namentlich in feuchten oder nebeligen Lagen die Arten der Aſtmooſe (Hypnum) an, welche bei ſtarker Wucherung den Boden mit einer filzigen Moostorfſchichte überziehen, auf welcher ſich dann Sumpfgräſer aus der Familie der Cyperaceen, — namentlich Rieth- und Wollgräſer, Simſen und Binſen, — niederlaſſen und allmählich ein Grünlands- oder Wieſenmoor ſchaffen.

4) Endlich muß hier unter den Gewächſen, welche eine an ſich trockene Landesſtrecke zur Vermoorung vorbereiten, auch das gemeine Borſtengras (Nardus stricta) genannt werden. Dieſes Gras, welches von Haus aus nicht auf ſchon vorhandenen Mooren wächſt, ſondern auf ſandreichen Bodenarten, welche von einzelnen Naßgallen oder Quellen bewäſſert werden, verſteht es mit ſeinen dickfilzigen Graspelzen die Feuchtigkeit der Luft und des Bodens ſo zwiſchen ſeinen Halmen, Borſtenblättern und Wurzelfilzen anzuſammeln und feſtzuhalten, daß ſich in ſeiner nächſten Umgebung die Waſſermooſe in großer Menge anſammeln und nun das von dem Borſtengras begonnene Vermoorungswerk vollenden.

In größeren Binnenſeen, welche nur einen geringen Zufluß haben und neben etwas gelöſter Kieſelſäure kalkhaltiges Waſſer beſitzen, wird die

§. 62. Vermoorung gewöhnlich zunächst durch eine große Menge zarter, schleimiger Conferven und Algen, oft aber auch durch hochhalmige Wassergräser (— z. B. Poa aquatica und Calamagrostis arundinacea), Scheingräser (— z. B. Scirpus und Juncus), Schilfrohre (Typha-Arten), Kalmus (Acorus calamus) und Wasserlilien (Iris pseudacorus) eingeleitet. Wenn nemlich Seebecken ein allmählich abfallendes, mit großen Buchten versehenes Ufer besitzen, in welchen sich Schlamm-Ablagerungen bilden, dann lassen sich in allen diesen schlammhaltigen Buchten die eben genannten Gewächse in großer Zahl nieder und erfüllen sie bald ganz mit ihren dicht zusammenwachsenden Individuen. Theils dadurch, daß diese Gewächse mit ihren Halmen alle Schlammtheile des Seewassers zwischen sich anhäufen, theils aber auch dadurch, daß ihre Individuen alljährig absterben und dann halb verwest untersinken und vertorfen, bilden sie im Zeitverlaufe an ihren Standorten eine immer höher werdende, aus abwechselnden Lagen von Thonschlamm und Torf bestehende, Moderschichte, auf welcher sich nun schwimmende Wasserpflanzen, wie Myriophyllum, Callitriche, Tanacetum und Ranunculus aquatilis, ansiedeln und so lange wuchern, bis ihr Grund und Boden durch ihre absterbenden und vertorfenden Massen so hoch geworden ist, daß er nur noch einen ganz von torfig-erdigen Schlamm erfüllten Pfuhl bildet, welcher bei trockener Witterung an der Oberfläche sogar austrocknet. In diesem Zeitraume nun lassen sich auf ihm Igelskolben (Sparganium), Froschlöffel (Alisma), Pfeilkraut (Sagittaria), Wasserliesch (Butomus) und niedere Binsen (Scirpus) nieder, welche durch ihre vertorfenden Massen den von ihnen besessenen Standort so erhöhen, daß er nur noch in nasser Jahreszeit unter Wasser steht. Und nun endlich kommen die Rieth- und Wollgräser zum Vorschein, welche das Werk der Vermoorung vollenden und in den ehemaligen Seebuchten eine Sumpfwiese hervorrufen. — Mit dieser Vermoorung der Uferzonen ist aber auch der Anfang zur Vermoorung des ganzen Seebeckens gemacht. Denn die schlammigen, aus Erde und Torfsubstanz gemischten, Ablagerungen an den Ufern senken sich abwärts und drücken ihre unteren Lagen auswärts und hiermit weiter in das Seebecken hinein, so daß nun an dem seewärts gelegenen Rande der ersten Uferablagerungen in der eben beschriebenen Weise eine neue Moorzone sich bildet. Und indem es mit dieser und jeder neu gebildeten Zone eben so geht, wie mit der ersteren, rückt die Vermoorung zonenweise immer weiter nach der Mitte des Sees vor, so daß zuletzt nur noch ein kleiner Seespiegel übrig bleibt, welcher indessen im Verlaufe der Zeit auch noch ausgefüllt werden kann, so daß zuletzt der ehemalige glänzende See zu einem Grünlandsmoor und weiter hin zu einer sumpfigen Grasflur wird, welche dann der Mensch durch künstliche Entwässerung theils in Süßgraswiesen, theils in Ackerland umwandelt.

Diese Art von Vermoorung findet hauptsächlich bei den Seen im Gebiete der Kalkgebirgsländer oder doch da statt, wo Kalkwasser führende Bäche in ein Seebecken einschleichen. Die schönen Seen am Nordrande der deutschen Kalkalpen, z. B. der Achen- und Tegernsee, dann in der

Schweiz der Pfäffiker See bei Robenhausen (Fig. 64), der Wauwyler See bei Sursee im Canton Luzern (Fig. 65) und Moossee bei Luzern — lauter Seen, welche durch die wohlerhaltenen Reste von Pfahlbauten berühmt geworden sind, — endlich der Federsee bei Buchau in Oberschwaben zeigen die Seevermoorung sehr deutlich. Ja, die ganze Moorzone, welche sich in der nördlichen Vorlandszone der Alpen vom Isarthale an über Rosenheim bis Traunstein erstreckt und den Sims- und Chiemsee (— beide wahrscheinlich Reste eines großen früheren Sees —) umschließt, ist wohl ebenso gut ein durch Torfmoor ausgefülltes Seebecken, wie das ganze, gegenwärtig mit lachenden Wiesenmatten und schmucken Ortschaften bedeckte, Ennsthal bis zu der riesigen Felsschlucht des Gesäuses hin.

Fig. 64.
Der Pfäffiker See.

Fig. 65.
Der Wauwyler See im Canton Luzern.

§. 63.

Verschiedenheit der Torfmassen in einem und demselben Moore. — Schichtung. — Mächtigkeit. — Aus der eben mitgetheilten und sich auf vielfache Beobachtungen des Verfassers stützenden Beschreibung von Seevermoorungen ersieht man, einerseits daß die Torfmoorbildung in stehenden Gewässern sich verschieden nach Bildungspflanzen und Bildungsart zeigt, indem dieselbe in Kieselsäure haltigen und Kalk freien Gewässern mit Wassermoosen aus der Gattung Sphagnum beginnt und dann vom Wasserspiegel an nach dem Grunde hin, also von oben nach unten, vor sich geht und wächst, während sie in Kieselsäure freien oder armen und Kalk haltigen Gewässern mit Conferven und schwimmenden Wasserpflanzen beginnt und dann vom Grunde der Gewässer nach dem Spiegel derselben hin wächst, — und andererseits daß die, namentlich in tiefen Seebecken, sich nach und nach entwickelnden Torfablagerungen nicht immer aus einen und denselben Pflanzenarten entstehen und demnach auch theils schon diesem verschiedenen Bildungsmateriale, theils ihrem Alter nach von verschiedener Art sein müssen. Im Allgemeinen nun sind die zu unterst

§. 63. lagernden, alſo älteſten, Ablagerungen eines Torfbeckens in ihrer Maſſe am homogenſten, ſtärkſten verkohlt und bitumenreichſten, wenn ſie aus gerbſtoff-, harz- oder wachshaltigen, nicht zuviel Kieſelſäure haltigen, Gewächſen entſtanden ſind; beſteht aber das Bildungsmaterial dieſer unterſten Lage aus den oben genannten Schilf- und Rohrgrasarten, dann beſteht dieſe Lage aus einem, mit erdigem Schlamme untermengten und noch von mehr oder weniger zahlreichen, nur unvollſtändig verkohlten und meiſt noch deutlich erkennbaren Reſten dieſer Gewächſe durchzogenen, Torfe. Die darauf folgende Torfablagerung iſt in Mooren, welche nur aus Haide oder Cyperaceen gebildet ſind, zwar weniger homogen als die unterſte und ſchon untermengt mit einzelnen, erſt halbverkohlten, Pflanzenreſten, aber immerhin iſt ſie noch bitumenreich; in Waſſerbecken dagegen, welche in der oben beſchriebenen Weiſe vermoort ſind, beſteht dieſe zweite Torflage aus einem zarten, klebrigen, ſeifen- oder thonähnlichen, nur ſehr wenig, ſchwer erkennbare Pflanzenreſte einſchließenden, Baggertorf und dann in ſeiner darüber lagernden Schichte aus Grastorf, welcher viele Reſte von Cyperaceen umſchließt. Die oberſte Ablagerung endlich iſt aus, erſt in der Verkohlung begriffenen, ganz aus, ineinander verfilzten, meiſt noch deutlich erkennbaren, Pflanzenreſten zuſammengeſetzt.

Die eben angegebenen dreierlei Torfablagerungen findet man in jedem ſtark entwickelten Torfmoore und zwar in der Weiſe, daß von oben nach unten

a. in einem Haidemoore
   zu oberſt: Schollerde (Haidehumus) und darunter Haidefilz,
   darunter: Haidetorf,
   zu unterſt: Pechtorf, und als
   unterſte Lage: verfilztes Waſſermoos;
b. in einem Gras- oder Wieſenmoore
   zu oberſt: ſaurer Humus,
   darunter: Grastorf,
   zu unterſt: Pechtorf, durchzogen von angekohlten Grasreſten und Aſtmoos;
c. in einem Seebecken
   1) mit Kieſelſäure haltigem Waſſer
      zunächſt die unter b angegebene Reihenfolge, dann
      zu unterſt: Waſſermoosfilz;
   2) mit Kalk haltigem Waſſer
      zu oberſt: ſaurer Humus,
      darunter: Grastorf,
      darunter: Baggertorf,
      zu unterſt: unreifer Pechtorf mit Erdſchlamm und zahlreichen Schilf- und Rohrgrasreſten lagern.

Im Papenburger Moore an der Ems finden ſich nach Grieſebach von oben nach unten folgende Torfſchichtmaſſen:

zu oberſt: Bunkerde (d. h. eine von Haidewurzeln ganz durchzogene Haidehumusſchichte, 1 Fuß mächtig

darunter: brauner amorpher, aus einem Gemiſch von Haide- §. 63.
humus und vertorfenden Haidewurzelzaſern durchzogener Torf: 20—24 Fuß mächtig;
dann: ſchwarzer, amorpher, ſchalig abgeſonderter Torf: 20—24 Fuß mächtig;
dann: Moostorf: 3—4 Zoll mächtig;
dann: ſchwarzer Sand: 1 Fuß mächtig;
endlich: hellgefärbter Geeſtſand, welcher die Sohle bildet.

Außerdem aber bemerkt man oft noch jede einzelne Torfablagerungsmaſſe in einzelne Schiefer- oder Schichtlagen abgetheilt durch halbverkohlte, oft wie ſchwarzbraunes Papier ausſehende, mehr oder weniger parallele Lagen von Schilf-, Gras-, Erlen- oder Weidenblättern.

Endlich erſcheint auch die Maſſe der Torflager nicht ſelten durch Zwiſchenlagen von Dünenſand, Thon oder erdigem Kalk (— ſogenanntem Alm —) in mehrere Schichtmaſſen abgeſondert.

So zeigen die Torflager auf Jütland und Seeland mehrere Zwiſchenlager von Dünenſand; ebenſo iſt ein Torflager bei Reuti in Südbayern durch zahlreiche Zwiſchenlager von Thon und das Erdinger, Schleißheimer und Olchinger Moor in Bayern durch Zwiſchenſchichten von pulverigem Kalk in mehrere ungleich ſtarke Torfſchichtmaſſen abgetheilt.

Die Mächtigkeit der Torfablagerungen zeigt ſich ſelbſt in einem und demſelben Landesgebiete ſehr verſchieden. Im Allgemeinen jedoch beſitzen die ſogenannten Hoch- oder Haidemoore eine größere Tiefe als die Wieſen- oder Grünlandsmoore.

Im nordweſtlichen Deutſchland iſt das Hochmoor vom Dümmer See über 30 Fuß, das von Papenburg 30 bis 45 Fuß, das Bourtanger Hochmoor 8 bis 12 Fuß tief (nach Grieſebach). In Lithauen giebt es Hochmoore von 30 bis 36 Fuß, in Norddeutſchland von 12 bis 24 Fuß Tiefe, während nach Eiſeler daſelbſt die Grünlandsmoore gewöhnlich 3 bis 7 und ſelten 10 Fuß Tiefe zeigen. — In Bayern iſt nach Sendtner das Erdinger Hochmoor bis 20 Fuß, das Neuburger Donau-Hochmoor an ſeinem oberen Theile 20 bis 30 Fuß mächtig, während alle Wieſenmoore höchſtens eine Mächtigkeit von 8 Fuß beſitzen.

Indeſſen ſelbſt in einem und demſelben Lager erſcheint die Mächtigkeit des Torfes verſchieden; es hängt dieſes lediglich von der Oberflächenbeſchaffenheit der Unterlage eines ſolchen Lagers ab. Iſt das Ablagerungsbecken deſſelben von Bodenanſchwellungen beſetzt, ſo zeigt der Torf auf den Höhen dieſer letzteren natürlich eine ſtets viel geringere Tiefe als in den zwiſchen denſelben befindlichen Bodenmulden.

Wie die Mächtigkeit, ſo iſt auch die Flächen-Ausdehnung der Torfmoore ſehr verſchieden groß.

In Südbayern beträgt nach Sendtner die Geſammtfläche der daſelbſt befindlichen Moore gegen 20 Quadratmeilen; die größten Moore daſelbſt nehmen im Allgemeinen einen zuſammenhängenden Flächenraum von etwa 2,16 Quadratmeilen ein. Unter ihnen breitet ſich das Erdinger Moor am rechten Ufer der Iſar über einen Raum von 4,6 Quadratmeilen, das Neuenburger Donaumoor über eine Fläche von $3\frac{1}{2}$ Quadratmeilen aus. —

Im nordweſtlichen Deutſchland nimmt nach Grieſebach das Bourtanger Moor und Twiſt 25 Quadratmeilen, das Ahrem-

berger Moor eine Fläche von 28 Quadratmeilen und mit dem Bourtanger Moor zusammen 53 Quadratmeilen ein. —

In Norddeutschland ist namentlich Pommern reich an gewaltigen Torfflächen. Nach Sprengel bedeckt z. B. der Lebabruch in Hinterpommern 4,96 Quadratmeilen. —

In Irland nehmen die Torfmoore nach Lyell $^1/_{10}$ der ganzen Oberfläche dieses Landes ein. —

Im uralischen Rußland, z. B. in der Nähe von Nischne-Tagilsk, bedecken nach Ludwig über 20 Fuß mächtige Torflager mehr als 1000 preußische Morgen große Flächen; ja im Norden Rußlands und Sibiriens soll nach Ludwig die Gesammtoberfläche des Landes aus schlammigen Torflagern (— den sogenannten „Tundren") bestehen.

§. 64. **Hauptheimathsorte der Torfmoore.** — Wie oben, wo von den allgemeinen Bildungsverhältnissen des Torfes die Rede war, schon angedeutet worden ist, so müssen die, durch des Sommers Wärme zur Verwesung angeregten, Körperglieder absterbender Pflanzen durch des Winters Frost in ihrer Verwesung gehemmt und ihre schon erzeugten Humussubstanzen unempfindlich gegen die Verwesungsagentien gemacht werden. Dieses Alles kann nun aber nur in denjenigen Landesgebieten der Erde stattfinden, in denen mit verhältnißmäßig kurzen, häufig feuchten, Sommern lange frostreiche Winter wechseln. Hiernach befindet sich die Hauptheimath der Torfmoore

einerseits in den Ebenen der nördlichen gemäßigten und kalten Zone, indem die Torfmoore mit dem 46. Grade nördlicher Breite beginnend, an Zahl, Mächtigkeit und Ausdehnung um so mehr zunehmen, je mehr die Entfernung von diesem Breitengrade aus nach der Polarzone hin zunimmt, dagegen um so mehr abnehmen, je mehr man sich den Aequatorialgegenden nähert; andererseits auf den Rückenplateaus der Gebirge in um so höheren Regionen, je näher diese Gebirge der heißen Zone liegen.

Folgende Belege werden diese beiden Erfahrungsgesetze bestätigen:

a. In Europa erscheinen zwischen dem 45,30° und 46° nördl. Breite die schönen Seen am Südabhange der Alpen, so namentlich der Garda- und Comer-See, an ihren Ufern vermoort. — Nach Gastaldi (Mittheilungen Bd. XIV., Heft 1, 1861, S. 5) sind alle Seen in der Umgebung von Avigliana, Jorea, Arna und Como und ebenso in Piemont ganz oder theilweise in Torfmoore umgewandelt und die Lagerorte vieler keltischen Pfahlbauten (z. B. bei Merewrago bei Arona am Lago Maggiore). — Am nördlichen Fuße der Alpen zieht durch das ganze Donaugebiet von Oberschwaben an eine mächtige Zone von Torfmooren, welche in Südbayern allein gegen 20 Quadratmeilen Landes einnehmen und dann noch die Sohle der von dem Lech, der Isar, dem Inn, der Salzach und Enns durchzogenen Thäler mehr oder weniger erfüllen. — In Oberschwaben sind namentlich im Donaugebiete zahlreiche große Torfmoore (Riede oder Möser) vorhanden, und an den daselbst vorhandenen Seen schreitet die Vermoorung ebenso wie in der Schweiz noch gegenwärtig ununterbrochen fort.

Im nordwestlichen Deutschland lagern in den Landesgebieten zwischen Rhein und Ems und zwischen Ems und Elbe zahlreiche kolossale Torfmoore, so daß von der Grafschaft Bentheim fast $^1/_2$, von Arem-

berg $^2/_3$, von Oſtfriesland und Bremen $^1/_4$ und vom ganzen Königreich Hannover $^1/_6$ des ganzen Landes Moorgrund iſt. — Zwiſchen Elbe und Oder breiten ſich die großen Moore von Mecklenburg (— die Moore bei Laaſen und der Krenzliner Glashütte unweit Ludwigsluſt, von denen das letztere 15 bis 20 Fuß tief iſt, eine Fläche von 24,000 Quadratruthen einnimmt und in der Tiefe von 6 bis 8 Fuß eine große Zahl aufrecht ſtehender Tannenſtümpfe und unter dieſen in noch größerer Tiefe zahlreiche liegende Tannen- und Birkenſtämme umſchließt —), Holſtein und Vorpommern (— z. B. das große Torfmoor bei Greifswalde, deſſen Sohle zwar 10—14 Fuß unter dem mittleren Stande des Oſtſeeſpiegels liegt, aber durch Landſumpfpflanzen gebildet iſt und eine Menge von Eichen und Kiefern umſchließt —). — In Norddeutſchland breiten ſich in den Ufergeländen an der Spree, Oder, Warthe, Netze und unteren Weichſel und ebenſo auf der Pommerſchen Seeplatte viele umfangreiche Torfmoore (— z. B. das 4,96 Quadratmeilen große Lebamoor in Hinterpommern —) aus. Und im Herzogthum Preußen war früher die ganze Tilſiter Niederung eine gewaltige Moorfläche. §. 64.

In Irland bedecken die Torfmoore $^1/_{10}$ der ganzen Oberfläche. — In Schottland und Skandinavien bedecken ſolche Moore den größten Theil der weiten Gebirgsplateaus. — Endlich fehlen auch im weſtlichen und öſtlichen Rußland weit ausgedehnte Torfmoore nicht.

b. Auch in Nordamerika ſind die Torfmoore ſo verbreitet, daß z. B. nach Hitchcock im Staate Maſſachuſetts kaum ein Ort iſt, in deſſen Umgebung nicht Torflager vorkämen.

c. Dagegen ſcheint das nördliche Aſien, — abgeſehen von den am Eismeere vorhandenen Tundren, — wahrſcheinlich in Folge ſeines rauhen, trockenen Klimas, arm an großen Torfmooren zu ſein. Und ebenſo beſitzt Afrika wohl Waſſerpfuhle mit torfähnlichem Humusſchlamm, aber keine eigentlichen Torfmoore.

d. Auf dem Rücken der Gebirge zeigen ſich überall da Torfmoore, wo ſich beckenförmige Einſenkungen befinden — und zwar vorherrſchend dann, wenn die Sohle dieſer Einſenkungen aus verwitternden, kryſtalliniſchen Geſteinen, ſo namentlich aus Granit, Gneiß, Porphyr, Trachyt, Phonolith oder Thonſchiefer, mit einem Worte aus Geſteinen, welche bei ihrer Verwitterung Thon produciren, beſteht. — In der nördlichen gemäßigten Zone Europas lagern dieſe Torfmoore durchſchnittlich in Höhen von 500—1000 Metern; dagegen treten ſie in der tropiſchen Zone erſt in Höhen auf, welche an der unteren Grenze des ewigen Schnees lagern, ſo nach Pöppig auf dem breiten Rücken der peruaniſchen Alpen zwiſchen Lima und Posco im 11. Grade ſüdlicher Breite in 4380 bis 4390 Meter Seehöhe.

Soviel über die Verbreitung der Torfmoore. Unterſucht man nun den Grund und Boden, auf welchem dieſelben am ſtärkſten entwickelt vorkommen, ſo wird man finden, daß

1) die vorzüglich aus Waſſer- und Sumpfmooſen oder aus den haideartigen Gewächſen gebildeten Hochmoore ſich vorherrſchend da ausbreiten, wo der Boden lösliche Kieſelſäure producirt, alſo

auf den Gebirgen da, wo gemengte kryſtalliniſche Geſteine auftreten, welche bei ihrer Verwitterung Thon und lösliche kieſelſaure Alkalien geben;

in den Niederungen aber da, wo der Boden vorherrſchend aus Sand beſteht, welcher Silicatkörner enthält, die bei ihrer Zerſetzung lösliche kieſelſaure Salze produciren, oder einen thonigen oder lehmigen Untergrund beſitzt;

2) die vorzüglich aus Aſtmooſen und Sumpfgräſern gebildeten Wieſen- oder Grünlandsmoore aber da, wo der Boden lösliche Kalk-

ſalze liefern kann und einen thonigen oder lehmigen Untergrund beſitzt, alſo namentlich im Gebiete derjenigen Formationen, welche Kalkſteine, Mergel, mergelige Sandſteine oder auch gemengte kryſtalliniſche Geſteine enthalten, die bei ihrer Zerſetzung doppelt-kohlenſauren Kalk nebſt Kieſelſäure ſpenden können. Indeſſen können dieſe Moore auch in den Sandgebieten des Tieflandes auftreten, wenn deren Sand Reſte von Meeresſchalthieren und von Kalkerde haltigen Mineralien in reichlichem Maße enthält. In allen dieſen Gebieten jedoch treten dieſe Moore am meiſten in Thalmulden auf, welche von Gewäſſern durchzogen und von Zeit zu Zeit überfluthet werden.

§. 65. **Umwandlung der Torfmoore in Land.** — Kleinere, erſt in der Entwickelung begriffene, Wieſenmoore können ſchon durch lang dauernde, trockene und heiße Witterung in trockenes Land umgewandelt werden. Dieſes geſchieht namentlich, wenn einem andauernd heißen Sommer ein ſchneearmer Winter und regenbürftiger Frühling vorausgegangen iſt. Es ſterben alsdann viele der Moorgewächſe ganz ab, ſo daß die Moorfläche braun und verbrannt ausſieht und ſelbſt dann ſich nicht recht wieder erholen kann, wenn ſtarke Herbſtregen ihre Bodenmaſſe durchtränken. Kommen nun vollends nach ſolchen Herbſtregen ſtarke Fröſte, dann wird die aufgeweichte Moormaſſe ſammt den in ihr ſteckenden Pflanzenreſten ſo durchfroren, daß ihre Humusmaſſe in ein ſtaubartiges Pulver umgewandelt wird, welches ſich durch Waſſer nicht mehr ſchlämmen läßt und folglich auch zur Moorung nichts mehr taugt. Iſt dann vielleicht der kommende Winter auch wieder trocken, ſo bleiben im nächſten Frühlinge, ſelbſt wenn er regenreich iſt, alle Moorpflanzen aus und es ſtellen ſich Süßgräſer mancher Art ein, durch welche dann allmählich das ehemalige Wieſenmoor in eine echte Wieſe umgewandelt wird.

Große, ſchon ſtark entwickelte Torfmoore dagegen, welche mit Seebecken in Verbindung ſtehen oder von Flüſſen und Quellen geſpeiſt oder von Waſſermooſen gegründet ſind, hängen nicht ſo von der Jahreswitterung ab und können dem gemäß ihre Moornatur nur dann verlieren und in trockenes Land umgewandelt werden, wenn entweder die Waſſer ſpendenden Zuflüſſe, ſei es durch Vertorfung oder durch Ableitung, verſchwinden, oder eine Moorfläche — ſei es durch oft wiederkehrende heftige Luftſtrömungen oder durch Waſſerfluthen — ſo dick mit Steinſchutt, Sand oder Erdreich überdeckt wird, daß das Reich der Moor gründenden Pflanzen vergraben wird und das Bodenwaſſer nicht reichlich genug mehr die aufgeſchüttete Moordecke durchdringen kann. Wenn nun vollends das Material dieſer Decke viel Kalk und alkaliſche Salze enthält, dann iſt um ſo ſicherer dem Aufkommen einer neuen Moorflora ein unverwüſtbarer Damm entgegengeſetzt.

1) In günſtiger Lage, — z. B. in Gegenden, welche vorherrſchend von feuchter Seeluft beſtrichen oder periodiſch wiederkehrenden Ueberſchwemmungen ausgeſetzt ſind, — können ſich indeſſen auch wieder auf den verſchütteten neue Torfmoore entwickeln; ja daß dieſe Ueberſchüttungen und neuen Moorbildungen in aufeinander folgenden Zeit-

räumen mehrfach wiederkehren können, das lehren die oben im §. 62 §. 65.
ſchon erwähnten, ſich mehrfach wiederholenden, Wechſellagerungen von Torflagern (Darg) mit Marſchbildungen oder Sand.

2) Nach Forchhammer (Jahrbuch der Min. 1841, S. 13 ff.) finden ſich an der Küſte Jütlands viele vom Dünenſand verſchüttete Torflager. Er ſagt:

„Zwiſchen den Dünenreihen finden ſich häufig Landſeen von größerer oder geringerer Ausdehnung, die ſogenannten Dünenſeen, und in dieſen findet eine kräftige Vegetation von Sumpfpflanzen verbunden mit einer Torfbildung ſtatt, welche, ſo lange der Dünenſand gedämpft iſt, ruhig fortſchreitet. Wenn aber ein ungewöhnlich ſtarker Sturm die Oberfläche der mühſam gedämpften Düne angreift, dann fliegt der Sand in die Seen, deckt den Torf mit Sandſchichten und ſchließt jene Bildung. Wenn nun im Laufe der Zeiten Meeresſtröme die Küſte wegſchneiden, ziehen die Dünen ins Land hinein, füllen den See aus und bilden auf dieſe Weiſe jene merkwürdigen Lager von foſſilem Torf, Martorf genannt, welche den Geognoſten des übrigen Europas unbekannt geblieben zu ſein ſcheinen. Vom Dorfe Ageren gegen Norden kommt eine große Menge von dieſen Martorf-Lagern vor; das ausgedehnteſte iſt aber das nördlichſte von allen, welches in den Gemeinden Raabjerg und Skagen am Weſtrande über eine Meile Längen-Ausdehnung hat und ſich tief hinein ins Land erſtreckt. Aber nicht bloß auf dieſe Küſte iſt das intereſſante Phänomen beſchränkt. An der Nordküſte von Seeland, wo ſich im vorigen Jahrhundert eine ſehr verderbliche Flugſand-Strecke fand, die aber ſchon gegen die Jahre 1760 gedämpft wurde und jetzt mit einem Fichtenwalde bedeckt iſt, hat der Flugſand einige Torfmoore, die an der Grenze der Dünen-Kette lagen, halb bedeckt und ſo den Wachsthum des Torfs theilweiſe unterbrochen. Während nun das noch lebende Moor einen Torf enthält, der von dem Torfe der übrigen Moore der Gegend durchaus nicht verſchieden iſt, iſt der Theil deſſelben, der unter dem Flugſande liegt, in eine ganz andere Subſtanz verwandelt. Unſer gewöhnlicher Moortorf wiegt trocken 16—20 Pfund der Kubikfuß; der vom Sande zuſammengepreßte dagegen wiegt 78 Pfund. Während wir in unſerm gewöhnlichen Torf, nachdem er ausgetrocknet iſt, kaum eine Spur von Schichtung wahrnehmen, iſt dieſer außerordentlich deutlich geſchichtet, ja faſt ſchieferig, und verglichen mit den Seitenwänden einer noch friſchen Torfgrube, ſieht man deutlich, daß die dünnen Schichten das Product einer Vegetationsperiode, alſo eines Jahres enthalten. Wenn nun, wie es der Fall im nördlichen Seeland iſt, das Torfmoor großen Theils durch den Abfall einer Wald-Vegetation gebildet iſt, iſt es unmöglich, dieſen vom Flugſande bedeckten Torf in Handſtücken von der Braunkohle zu unterſcheiden.

Zwiſchen den Dörfern Lyngbye und Loecken in Vendyſſel findet ſich ein ſolches Martorf-Lager etwa 15′ über dem Niveau des Meeres; es ruht auf blauem Thon abweichend und übergreifend und zwar ſo, daß die Schichten des Martorfes von beiden Seiten ſchwach geneigt ſind gegen die Mitte, wo ein kleiner Bach fließt, der das Lager des Torfs unterbricht und ſich tief in den unterliegenden Thon eingeſchnitten hat. Das Lager der Martorfs ſelbſt geht in ſeiner Fortſetzung an der Seite völlig in ſchwarze Dammerde über, und dieſe ſowohl als der Torf ſind mit geſchichteten Flugſandmaſſen bedeckt. Verfolgt man das kleine Thal, ſo findet man, wenn man die Dünenreihe verlaſſen hat, einen kleinen Bach, der an dieſer Stelle, wie faſt überall in Dänemark, von Wieſentorf eingeſchloſſen iſt, und ſo hat man hier eine volle Erklärung des intereſſanten Phänomens der Bildung dieſes Lagers von Brennmaterial, welches ſchon foſſil geworden iſt. Ein drei-

§. 65.

faches Schichtenſyſtem zeigte ſich in dieſem Kliff. Der untere blaue Thon, eine Meeresbildung der jetzigen Erdperiode, neigt ſich unter einem Winkel von 5° bis 8° gegen Süden, dann die Süßwaſſerbildung des Martorfs mit nördlichem und ſüdlichem Einſchießen, dann die Dünen mit ihrer wellenförmigen, oft ſtark geneigten Schichtung.

Das bei weitem merkwürdigſte Lager von Martorf iſt indeſſen dasjenige, welches die nördlichſte Spitze von Jütland einnimmt.

In der Erſtreckung einer Meile von Skiveren bis nach Hoyen zieht es ſich fortwährend wie ein ſchwarzer Streifen in den ſenkrechten Kliffs des Ufers hin. Es ruht in der Regel auf einem feinen Sande, den man bei oberflächlicher Betrachtung für Flugſand anſehen könnte, der aber dem Meere angehört und theils einzelne gerollte Steine enthält, theils wirkliche Geröll-Lager in ſich einſchließt.

Es finden ſich in demſelben eine große Menge von Sumpfpflanzen und namentlich die Samenkörner von Menyanthes trifoliata, ſowie Stämme und Zweige von Birken, Eichen, Espen, Weiden, — Inſekten und die Geweihe vom Hirſch, ſowie die Zähne von Ochſen. Außerdem enthält es Kunſtproducte und namentlich Pfeilſpitzen von Feuerſtein, woraus erhellt, daß es noch ein See oder ein wirkliches Moor geweſen ſein muß, nachdem das Land bewohnt worden iſt. Man hat indeſſen allen Grund, anzunehmen, daß dieſes große Torfmoor einſt ein See war; denn in den Seemooren finden ſich überall im Lande verbreitet die Geweihe von Hirſchen, Elenthieren, die Schädel und Hörner von Ochſen, und ſelten die Geweihe von Rennthieren. Ueberreſte von Thieren, von denen man annehmen muß, daß ſie, als das Moor noch ein See war, durch die Eisdecke gebrochen, oder durch die ſchwebende Moosdecke, welche auf vielen unſerer jetzigen Seen ſich noch findet, eingeſunken ſind.

Man erſtaunt über die Veränderungen, welche dieſe nordöſtlichſte Spitze von Jütland erlitten haben muß, ſeitdem Menſchen das Land bewohnen; denn der See, in dem dieſer Torf ſich bildete, muß wenigſtens eine Meile gehabt haben; und jetzt iſt das Ganze von Sand-Dünen bedeckt. Aehnliche Torflager ziehen ſich an dem weſtlichen Ufer von Jütland gegen Süden hinab, allein ſüdlich vom Lümfjord finden ſie ſich unter dem Niveau des Meeres, und bei der Inſel Sylt liegen ſie 6—8 Fuß unter dem Meere, mit großen Birken-Stämmen. Weiter gegen Süden liegen ſie unter der Marſch, alſo tief unter dem Niveau des jetzigen Meeres, und es iſt bekannt, daß ſie an den Küſten von Holland weiter gegen Süden an den Küſten von Nordwallis gleichfalls unter dem Niveau des Meeres vorkommen. Sie bezeichnen jene große Senkung, die in unſerer jetzigen Erdperiode von der weſtlichen Küſte Englands bis an den Lümfjord ſtattgefunden hat, den Ufern der Nordſee ihr jetziges Verhältniß gegeben und ohne Zweifel die Trennung Englands von Frankreich entweder vorbereitete oder bewirkte."

Wie durch Ueberdeckung mit Steinſchutt, Sand oder fruchtbarer Erdkrume, ſo können auch namentlich Hochmoore, wie ſchon früher angedeutet worden iſt, ſchon durch die Wölbung ihrer Oberfläche, in Folge deren das in ihnen angeſtauete Waſſer an den Seitenrändern des Moores abfließt, allmählich in trockenes Land umgewandelt werden. Sowie dieſe Austrocknung an der Oberfläche deſſelben eintritt, nimmt das Wachsthum der Haide ab, Schurfflechten, Aſtflechten und kleine Polſter verſchiedener, das Trockene liebender, Moosarten ſtellen ſich ein und vermehren ſich raſch. Bei ihrem alljährigen Abſterben geben ſie in Gemeinſchaft mit den verweſenden Haideabfällen ein filzig erdiges Gemenge, welches faſt wie ein Gehäufe von Sägemehl ausſieht und eine weißgraue bis gelbbraune Farbe

hat. Zerſetzt ſich endlich daſſelbe unter dem Einfluſſe der Luft vollſtändig, ſo bildet es eine pulverige, braunſchwarze, viel Wachsharz haltige, Humuserde, welche man „Bunkerde“ oder „Schollerde“ nennt.

Auf dieſer gewöhnlich 6—18 Zoll dicken Erddecke ſtellen ſich dann zuerſt genügſame Wieſengräſer, wie das Ruchgras (Anthoxanthum), Lieſchgras (Phleum), Honiggras (Holcus lanatus) u. ſ. w. ein und dann, wenn durch dieſe der junge Boden verbeſſert worden iſt, auch die ungenügſamen Wieſengräſer und Klee.

Nachwachſung und Alter der Torflager. — Es im Vorigen ſchon wiederholt darauf aufmerkſam gemacht worden, daß Torflager in mehrfach ſich wiederholender Wechſellagerung ſich befinden können mit mehr oder minder mächtigen Ablagerungen von marinem Sand oder Schlamm. Dieſe Erſcheinung nun deutet offenbar darauf hin, daß nach einer ſtattgefundenen Ueberſchüttung immer wieder Verhältniſſe eintraten, welche eine Neubildung von Torf geſtatteten. In der That iſt dieſes auch überall da der Fall, wo feuchte Seeluft die Wucherung von Waſſermooſen befördert, ſo daß man behaupten darf, daß ein Torflager ſich immer von Neuem wird erzeugen können, wo die für Torfbildung nothwendigen klimatiſchen Verhältniſſe im Verbande mit einem geeigneten Boden die Anſiedelung von Moorpflanzen, namentlich von Waſſermooſen, Moorhaiden, Rieth- und Wollgräſern, herbeiführen. Am ſtärkſten treten alle dieſe Verhältniſſe in den, mit ſandigem Boden und thoniger Unterlage verſehenen und theils von Flüſſen, theils von der feuchten Seeluft beſtändig durchnäßten, niederen Landesgebieten des nordweſtlichen, nördlichen und nordöſtlichen Deutſchlands hervor. Indeſſen auch im Binnenlande, ſo z. B. in Bayern, hat man vielfach beobachtet, daß in den Räumen abgeſtochener Torflager immer wieder Torf nachwuchs, wenn man einerſeits nicht die Bewäſſerung dieſer Räume ableitete und andererſeits noch Keime, Samen oder Sprößlinge der torferzeugenden Gewächſe in dieſen Räumen ließ. §. 66.

So zeigt Sendtner, daß auf den alten Torfſtichen des Erdinger Moores ſich mehrere Zoll hohe Lagen neuen Torfes nachgebildet haben. — Hornſchuch theilt (in der Flora 1837, II., S. 737) mit, daß ſich in den ausgeſtochenen Torfgruben beim Gute Kieshof unweit Greifswalde fortwährend neue Torfabſätze bilden. — Palliardi berichtet über das Nachwachſen des Torfes im Egerlande, daß 30 bis 40 Jahre nach Abſtechung des vorhandenen Torfes ſoviel neuer Torf ſich erzeugt habe, daß man von Neuem ſtechen könne. — Der Verfaſſer ſelbſt hat bei Liebenwalde in der Mark Brandenburg wiederholt beobachtet, daß in den alten ausgeſtochenen Torfgruben, welche man mit Sand zum Theil ausgefüllt hatte, auf dieſem letzteren wieder eine neue Torflage in voller Entwickelung begriffen war.

Am deutlichſten gewahrt man freilich dieſes Nachwachſen des Torfes in den durch Waſſermooſe und Haidearten gebildeten Mooren, weil dieſe Gewächſe ſtark wuchern und die Näſſe ſehr zuſammenhalten; in den hauptſächlich aus Sumpfgräſern gebildeten Wieſenmooren dagegen geht daſſelbe ſo langſam vor ſich, daß oft gar kein Nachwuchs hervorzutreten ſcheint, woher es auch kommt, daß viele, z. B. Sprengel, Lasius, Lesquereux, geradezu das Nachwachſen der Wieſenmoore ableugnen.

In welcher Zeit eine Pflanze ſich vollſtändig in Torfſubſtanz umwandeln kann, das iſt abhängig einerſeits von der ver-

torfenden Pflanzenart selbst und andererseits von der Localität, in welcher sie vertorft. Die bisher über diesen Gegenstand gemachten Beobachtungen weichen so stark von einander ab, daß man auch nicht einmal annähernd einen Ausspruch über die Torfbildungszeit einer Pflanze aufstellen kann. Noch viel weniger ist natürlich nun auch die Altersbestimmung eines ganzen Torflagers, wenigstens für jetzt, möglich. Nur im Allgemeinen kann man daher wohl annehmen, daß wohl die bei weitem meisten Torflager der Alluvial- oder historischen Zeit angehören, indem alle Pflanzenreste, welche man in ihnen bis jetzt gefunden hat, Pflanzenarten angehören, die noch gegenwärtig in der Umgebung der sie umhüllenden Torfablagerungen, wachsen. Wenn man nun aber andererseits in Torfmooren auch Gerippe und Reste von Thierarten (— z. B. Cervus megaceros, Bos primigenius und Elephas primigenius —) welche der Diluvialzeit angehören, findet, dann muß wohl die Torfablagerung, welche ihr Grab bildet, noch älter, wie diese Thierreste, sein; denn sonst könnten ja dieselben nicht in ihr vergraben liegen.

§. 67. **Verhältniß des Torfes zur Braun-, Schwarz- und Glanzkohle.** — Im I. Bande dieses Werkes ist S. 903 §. 796 mitgetheilt worden, daß alle Pflanzenmassen, welche unter Luftabschluß verkohlen, von dem Beginne ihrer Verkohlung an bis zu ihrer vollständigen Umwandlung in reine Kohle folgende vier Entwickelungsstadien zu durchlaufen haben:

Im I. Stadium bilden sie ein Gemisch von verkohlender Pflanze mit Humussubstanzen, brenzsaurem Ammoniak und wachsharzigen Körpern. In diesem Zustande, in welchem sie mit Aetzkali erhitzt Ammoniak entwickeln und braunes geïnsaures Kali bilden, stellen sie die Torfsubstanz, Torfkohle oder das bituminöse Holz dar.

Im II. Stadium nehmen die Humussubstanzen und das brenzsaure Ammoniak ab, dabei verschwindet die Pflanzenfaser und es entwickelt sich aus den ammoniakalischen Wachsharzsubstanzen eine bituminöse, erdharzige Substanz. In diesem Zustande, in welchem die verkohlende Masse mit Aetzkali zwar noch braunes, geïnsaures Kali, aber kein Ammoniak mehr entwickelt, bildet die Pflanzenmasse die Braunkohle.

Im III. Stadium verschwinden die Humussubstanzen und das Pflanzengefüge ganz, so daß Aetzkali keine braune Lösung mehr bilden kann; es bleiben in der verkohlten Pflanzensubstanz nur noch reine aromatisch riechende Erdharze übrig. Aus der Braunkohle ist geworden die Schwarz- oder Steinkohle.

Im IV. Stadium endlich verliert die verkohlende Substanz auch ihren Erdharzgehalt vollständig, so daß sie nun auch nicht mehr mit Flamme brennen kann. In diesem Zustande bildet sie die nur noch aus Kohlenstoff (mit etwas Wasser- und Sauerstoff) bestehende Glanzkohle oder den Anthracit. Bei der Umwandlung des Pflanzenkörpers in Kohle nehmen also alle die in dem letzteren vorhandenen Säfte und Beimengungen immer mehr ab und der Kohlenstoff in dem Grade zu, wie die Verkohlung ihrer Vollendung sich nähert. Folgende Zusammenstellung

erläutern. Es beſtehen 100 Gewichstheile

von Holz	aus	50	C.	6	H.	44 O.
„ Torf	„	60	„	6	„	34 „
„ Lignit	„	67	„	6	„	27 „
„ Braunkohle	„	75	„	5	„	20 „
„ Schwarzkohle	„	83	„	5	„	12 „
„ Anthracit	„	93	„	4	„	3 „

diesen Mittheilten ergiebt ſich zunächſt, daß jede verkohlende Pflanzensubſtanz im Zeitverlaufe und bei ungeſtörter Entwickelung ihrer Kohlenſubſtanz zuerſt Torf-, dann Braun-, dann Schwarz- und zuletzt Glanzkohle werden kann, ſodann daß alle vier Kohlenarten zuſammen in einem und demſelben Kohlengebiete vorkommen können, und zwar in der Weiſe, daß die Glanzkohle die tiefſten und älteſten, die Steinkohle die zunächſt über der Glanzkohle befindlichen, die Braunkohle die über der Steinkohle lagernden und der Lignit oder die Torfkohle die oberſten oder jüngſten Lagerräume einnimmt.

Anhang: Es iſt ſchon im §. 60 da, wo von der Waſſerhaltungskraft des friſchen Torfes die Rede war, erwähnt worden, daß die Torfmaſſe eines Moores in naſſen Jahren ſich ſo voll Waſſer ſaugen kann, daß ſie zu einer gewaltigen Blaſe aufſchwillt, welche zuletzt platzt und allen Torfſchlamm ausfließen läßt. Dieſe Erſcheinung ſowohl, wie auch die Beobachtung an Torfmooren der Rhön, daß ſich aus dieſen letzteren in anhaltend trockenen Sommern große Mengen von Gaſen entwickeln, welche auf der Oberfläche der Moore unaufhörlich Schaumblaſen entwickeln, die dann mit ziſchendem Geräuſche („das Kochen des Moores") zerplatzen, erinnert an die ſogenannten Schlammvulcane, welche vielleicht auch einem kochenden Schlammmoore ihre Entſtehung verdanken, aber wegen der Aehnlichkeit ihrer Eruptionen mit vulcaniſchen Ausbrüchen erſt ſpäter bei der Beſchreibung der vulcaniſchen Eruptionserſcheinungen näher betrachtet werden ſollen.

d. Die Moorerz- oder Limonitbildungen.

Charakteriſtik derſelben. — Auf dem Grunde von Torfmooren, ſtehenden Gewäſſern und Sümpfen, im Becken und Rinnſaale von Quellen und Flüſſen, endlich auch im Boden der Aecker, Wieſen, Triften, Haiden und Wälder kommen oft mehr oder minder mächtige, bald feſt zuſammenhängende Lagen, bald loſe, neben und über einander liegende, Aggregationen bildende, ockergelbe bis umbrabraune, ſeltener blaugrüne Mineralmaſſen vor, welche vorherrſchend aus Eiſenoxydhydrat oder aus einem Gemenge von dieſem und phosphorſaurem Eiſenoxyd, ſeltener aus dieſem letzteren allein beſtehen und unter dem Namen: Moor-, Moraſt-, Sumpf-, See-, Quell-, Raſen- oder Wieſeneiſenerze, Ortſteine, (Oort, Oehr, Uurt) und Klump bekannt, von Beudant und Hausmann aber Limonite (— vom lat. limus, Sumpf —) genannt worden ſind. §. 68.

Dieſe eigenthümlichen Eiſenerzbildungen, welche ſchon im I. Bande der Syn. der Miner. S. 417 und 419 näher beſchrieben worden ſind, bilden auf ihren Lagerſtätten theils mürbe, locker zuſammenhängende und dann oft ſandſteinähnliche, theils feſte, derbe, dichte oder rogenkörnige oder auch poröſe Aggregate, theils endlich knollige, oft wie Eiſenſchlacken ausſehende, klumpige (— daher: „Klump" —), kugelige, linſen-, bohnen- oder pfennig-

förmige Concretionen, welche nicht selten wieder durch ein, aus Eisenoxydhydrat oder auch aus eisenschüssigem Kalk bestehendes, Bindemittel mit einander zu sogenanntem Eisensandstein, Eisenrogenstein oder auch Eisenconglomerat verkittet sind. Außerdem aber rechnet man zu ihnen auch noch die oft in weit ausgedehnten Ablagerungen auftretenden Sand-Aggregationen, deren einzelne Körner mit einer mehr oder minder dicken Rinde von Eisenocker umschlossen sind (den sogenannten „Ortsand" und „Ortstein").

In ihren mineralischen Eigenschaften weichen diese Eisengebilde oft sehr von einander ab. Während die einen in ihren natürlichen Lagerorten weich, mürbe, ja thonähnlich erscheinen und erst bei längerem Liegen an der Luft hart und fest werden, zeigen sich die anderen, so namentlich die klumpigen fest und so hart, daß man sie kaum mit dem Messer ritzen kann; und während die einen ein specifisches Gewicht = 2,5 besitzen, zeigen die anderen ein specifisches Gewicht = 4,05. Ebenso sehen die einen ockergelb, die anderen nußbraun und noch andere graubräunlichgrün aus. — Beim Erhitzen werden dieselben indessen alle braunroth und beim Schmelzen bilden sie eine schwarzgraue, magnetische Schlacke, welche dann nicht selten, namentlich beim Befeuchten mit Schwefelsäure, die äußere Spiritusflamme grün färbt, was auf einen Gehalt von Phosphorsäure hindeutet. — Mit Salzsäure behandelt geben sie unter Abscheidung theils von Kieselgallerte, theils von Sand, theils auch animalischen oder vegetabilischen Resten eine ockergelbe Lösung. Ihrem Bestande nach erscheinen die Moorerze vorherrschend als mechanische Gemenge von Eisenoxydhydrat, wozu oft auch noch Manganoxydhydrat kommt, einerseits mit Sand, Thon oder Pflanzenresten, andererseits mit phosphor- oder quellsatzsaurem Eisenoxyd, selten mit kohlensaurem Eisenoxydul. Je nach diesem Bestande zerfallen sie in zwei Gruppen:

a. in säurefreie Moorerze oder Limonite, welche vorherrschend aus Eisenoxydhydrat in Mengung mit Sand oder Thon bestehen und
   1) entweder 1 — 10 Proc. Eisenoxydhydrat und 90 — 95 Proc. Sand (eigentliche Ortsteine), oder
   2) 80 — 95 Proc. Eisenoxydhydrat und einige Procent Thon nebst etwas Sand (eigentliche Limonite) enthalten;

b. in säurehaltige Limonite, welche aus einer Mischung von Eisen- (und Mangan-) Oxydhydrat mit phosphor-, kiesel- oder quellsatz- oder geïnsaurem Eisenoxydhydrat bestehen und gewöhnlich auch etwas Sand, seltener Kalk enthalten (eigentliche Moor-, Sumpf- und Seeerze).

Bemerkung: Ausführlich ist der Bestand der Limonite angegeben in Senft's Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitgebilden S. 174 u. ff.

§. 69. **Ablagerungsorte und Verbreitung.** — Wie in der Syn. der Min. I. S. 419 schon angegeben worden ist, so treten die Limonite vorherrschend auf den moorigen Tiefländern und Gebirgsplateaus

der nördlichen Halbkugel der alten und neuen Welt auf und nehmen in dieſem Gebiete an Mächtigkeit, Ausdehnung und Zahl umſomehr zu, je weiter man ſich von den Aequatorialgegenden aus nach den Polarländern hin bewegt. Die Niederungen Hollands, des ganzen nordweſtlichen, nördlichen und nordöſtlichen Deutſchlands ſowie Rußlands bis nach Sibirien einerſeits und die moorigen Plateaus und Seen Skandinaviens in Wermland, Smäland und Dalarn andererſeits beweiſen dieſes.

In allen dieſen Landesgebieten aber bilden ſie theils auf der Sohle von Torfmooren und Seen, theils im Boden ſumpfiger Uferländereien (naſſen Wieſen und Aeckern) oder von ſterilen, mit Haidedickichten bedeckten, Sandländern Lagermaſſen, welche oft eine Mächtigkeit von 1 — 5 Fuß und eine Flächenausdehnung von 5 — 20 Quadratmeilen beſitzen.

Bei der Unterſuchung der mineraliſchen und phyſiſchen Eigenſchaften dieſer Ablagerungsorte nun wird man zunächſt bemerken, daß die Limonite vorherrſchend in und auf einem Boden, welcher reich an eiſenſchüſſigem, ockergelbem Sand oder Lehm iſt, oder auch in der nächſten Umgebung von Gebirgsmaſſen auftreten, welche bei ihrer Zerſetzung Eiſenoxydhydrat oder kohlenſaures Eiſenoxydul geben oder zahlreiche vitriolescirende Eiſenkieſe enthalten. Sodann aber wird man auch finden, daß dieſe merkwürdigen Eiſenerze unter den eben angegebenen Bodenverhältniſſen ſich wieder vorzugsweiſe finden

1) an Orten, welche eine ſehr ſtarke und dichte Decke von vertorfenden oder vermodernden oder auch von filzig zuſammengewachſenen lebenden Pflanzen beſitzen; und
2) im Untergrunde von Bodenſtrecken, welche theils durch Waſſer, theils durch eine ſtreng thonige Erdlage gegen den Luftzutritt verſchloſſen ſind.

An ihren Ablagerungsorten zeigen ſich dieſelben theils erſt in einer Tiefe von 3 bis 5 Fuß, theils ſchon unmittelbar unter der lebenden Vegetationsdecke, in welchem Falle man ihr Daſein gewöhnlich ſchon an der bleichgelben Farbe der über ihnen ſtehenden Gewächſe erkennen kann. In einem an ſich ockergelben Boden beſteht alsdann ihre nächſte Umgebung aus entfärbtem, weißem Sand oder Lehm, oft aber auch aus einer dunkelbraunen, vorherrſchend aus kohligem Humus beſtehenden Erde. — In Mooren, Sümpfen und Seen endlich bilden ſie theils feſte, theils zähſchlammige Ablagerungsmaſſen entweder in Wechſellagerung mit Torfſchichten oder auf der Sohle ihrer Bildungsſtätten.

Skandinavien iſt ſehr reich an Seeerzen (Sjömalmer). Viele Seen des ſüdlichen mittleren Schwedens ſcheinen unerſchöpfliche Bildungs- und Lagerſtätten derſelben zu ſein. Die nächſte Umgebung und der Grund dieſer Seen, zu denen z. B. in Smäland der Helja-, Hinſen-, Hjorten-, Hulje-, Sjön- und Hullinger-See gehören, iſt ein ſchwefelkies reicher Grünſtein. Man theilt dieſe Seeerze je nach der Größe und Geſtalt ihrer einzelnen Individuen ein: in Skraggemalm, knollig-ſchlackig; Purlemalm, rundkörnig; Krut- und Hagelmalm, ſchrot- oder hagelkörnig; Pennigmalm, pfennigförmig.

Bildungsweiſe der Moorerze. — Wie aus dem im vorigen §. Mitgetheilten ſchon hervorgeht, ſo ſind bei der Erklärung der Bildungsweiſe §. 70.

§. 70. von Moorerzen zunächst die Stoffe, aus welchen diese Erze gebildet werden, sodann die Mittel, durch welche aus diesen Stoffen die genannten Erze entstehen, und endlich die Potenzen, unter denen diese Mittel Moorerze schaffen können, ins Auge zu fassen.

Zu den Magazinen, aus welchen die Stoffe zur Moorerzbildung entnommen werden, gehören nach dem schon Mitgetheilten alle Erdrindemassen, welche Eisenoxydhydrat oder Eisenoxydul als mechanische oder chemische Bestandtheile enthalten; die Mittel aber, durch welche diesen Magazinen das Eisen entnommen und in Moorerz umgewandelt wird, liefert die Organismenwelt; und die Potenz, welche diesen Umwandlungsproceß einleitet und mittelbar auch ausführen hilft, ist das Wasser. Das Folgende wird diesen Ausspruch erklären und bestätigen.

1) Wo Organismen ausathmen oder sich zersetzen, entsteht Kohlensäure: Wasser saugt diese Säure in sich ein, dringt mit derselben beladen durch alle Risse und Lücken in die Erdrinde ein und wandelt dann mit seiner Kohlensäure den Eisenoxydulgehalt der von ihm durchdrungenen Erdrindemassen in doppelt-kohlensaures Eisenoxydul um, welches weiter von dem eingedrungenen Wasser aufgelöst und fortgefluthet wird. Gelangt nun solches, mit kohlensaurem Eisenoxydul beladenes, Wasser auf seinem Zuge durch die Erdrinde aufwärts in die unteren Lagen eines gegen die Luft verschlossenen thonigen Bodens, so saugt es der Thon dieser Lagen so lange in sich auf, bis jedes seiner Massetheilchen mit kohlensaurem Eisenoxydul gesättigt und bei seiner allmählichen Austrocknung in thonigen Spatheisenstein umgewandelt worden ist. In ganz ähnlicher Weise jedoch kann auch durch solche Zuleitung von Eisenlösung Lehm und Mergel in solchen Eisenspath umgewandelt werden. Und gelangt dieselbe in eine von Thon ganz gegen die Luft abgeschlossene Sandlage, so verkittet der, sich aus seiner Auflösung abscheidende, Eisenspath die einzelnen Sandkörner so mit einander, daß sie einen mehr oder weniger festen, sandigen Eisenspath bilden. Kommt nun später durch Rissigwerden der oberen Bodenlagen oder auch durch das Regenwasser atmosphärischer Sauerstoff zu einer solchen, von kohlensaurem Eisenoxydul durchdrungenen, Bodenunterlage, so wird ihr Eisenoxydulgehalt durch allmähliche höhere Oxydation und unter Entweichung seiner Kohlensäure in Eisenoxydhydrat umgewandelt, so daß nun aus dem ehemaligen thonigen oder sandigen Eisenspath thoniger Brauneisenstein oder auch Eisensandstein, also — ein gemeiner Raseneisenstein wird. In der Regel sieht eine solche Eisenbildung, so lange sie noch aus Eisenspath besteht, weiß aus; sobald sie aber sich höher oxydirt, wird sie nach und nach zuerst unrein blaugrün, dann gelbgrün und zuletzt ockergelb. — Wird nun eine solche Raseneisenlage aus einem Boden entfernt, so wird sie sich so oft wieder von Neuem erzeugen, als durch Wasser noch aus der Erdrinde Eisencarbonat in den Untergrund des Bodens gelangen kann. In diesem Falle wächst also der Raseneisenstein nach, können aber auch Eisenockerabsätze oben auf der Erdoberfläche gebildet werden, welche immer massiger werden und, ähnlich wie Kalktuffablagerungen, alle von ihnen benetzten Gegenstände übereisern,

ſobald das, das Eiſen herbeiführende, Waſſer als Quelle aus der Erdober- §. 70.
fläche hervorſprudelt.

Die eben angeführte Art der Raſeneiſenbildung, — welche namentlich im Untergrunde ſolcher Bodenarten vorkommt, die am Fuße oder in den Buchtenthälern Glimmer, Hornblende, Hyperſthen, Augit oder Eiſenſpath führender Gebirgsarten lagern, — wird demnach durch Kohlenſäure führendes Quellwaſſer aus dem Eiſenoxydulgehalte von Erdrindemaſſen eingeleitet und geſchaffen, aber dann unter dem Einfluſſe des atmoſphäriſchen Sauerſtoffes vollendet.

2) Es können indeſſen auch lebende Pflanzen zu Erzeugern von Raſeneiſenerz werden, indem dieſelben Löſungen von Eiſenſalzen in ſich aufſaugen, dann deren Eiſengehalt in ihrem Körper anſammeln und endlich denſelben bei der Zerſetzung ihres Körpers am Grunde ihrer Wohnſitze abſetzen. Ganz vorzüglich wird dieſe Art von Eiſenbildung herbeigeführt einerſeits von den in torfigen Waſſertümpfeln wohnenden, mikroſkopiſch kleinen Algen, welche zu der Familie der Oscillatorien gehören, und Waſſermooſen und andererſeits von der gemeinen Haide.

Der Verfaſſer hat in Beziehung auf dieſe eigenthümliche Art von Eiſenbildung fünf Jahre lang Beobachtungen angeſtellt und durch dieſelben folgende Reſultate erhalten:

a. In Waſſertümpfeln, z. B. der Torfmoore, welche in ihrem Waſſer quellſaures Ammoniak-Eiſenoxydhydrat gelöſt enthalten, leben oft in großer Menge mikroſkopiſch kleine Algen aus der Familie der Oscillatorien. Dieſe winzigen, frei im Waſſer umherſchlängelnden, ſchnurförmig gegliederten, faſt wie kleine Stückchen Seidenfaden ausſehenden, Pflänzchen ſaugen ſehr begierig das eben genannte quellſaure Salz als Nahrung in ſich auf und zerſetzen es in der Weiſe, daß ſie das quellſaure Ammoniak zur Bildung von Körperſubſtanz verwenden, das in demſelben vorhandene Eiſenoxydhydrat aber abſcheiden und an der inneren und äußeren Seite ihrer Zellenwände abſetzen. Hierdurch abſterbend und zugleich ſchwerer werdend ſenken ſie ſich zum Boden der Waſſertümpfel und bilden nun hier eine allmählich dicker werdende, gelbbraune Moorerzmaſſe, welche im friſchen Zuſtande ſchleimig ausſieht, beim Austrocknen aber eine faſerige Maſſe von Eiſenocker bildet, welche beim Uebergießen mit Salzſäure ihre gelbe Farbe verliert und nun ein filziges, faſt farbloſes Gewebe von Oscillatorienfädchen darſtellt. Der Verfaſſer, welcher dieſe Beobachtungen an Torfgruben verſchiedener Gegenden gemacht hat, iſt der Ueberzeugung, daß vielleicht alle filzigfaſerigen Moorerz-Ablagerungen auf dem Grunde von Torfmooren durch ſolche Oscillatorien entſtehen.

b. Indeſſen nicht bloß die kleinen Waſſeralgen, ſondern auch die Waſſer- und Sumpfmooſe tragen in der eben beſchriebenen Weiſe gar oft zur Bildung von Moorerzablagerungen bei. Wenigſtens ſprechen dafür die maſſigen, faſt dichten, nur aus

§. 70. vereiſerten Mooſen beſtehenden Moorerz-Ablagerungen in den Mooren des öſtlichen Rußlands.

c. Intereſſant ſind endlich die Limonitbildungen, welche durch den Einfluß der Haide (Calluna vulgaris) in dem Boden ihres Standortes (— z. B. in der Lüneburger Haide —) erzeugt werden. — Wenn man klein geſchnittene Wurzeln, Stengel und Blätter der Haidepflanze in eine ſtark verdünnte Eiſenvitriollöſung ſteckt, dann erhält man ſchon nach 24 Stunden eine tintenſchwarze Löſung, welche in einem flachen Napfe bald einen, anfangs ſchwarzen, dann aber allmählich ockergelb werdenden Abſatz bildet. Ganz daſſelbe geſchieht, wenn man eine unverſehrte Haidepflanze in eine verdünnte Löſung von doppelt-kohlenſaurem Eiſenoxydul ſetzt. Der in dieſer Weiſe entſtehende Niederſchlag beſteht aus gerbſaurem Eiſenoxydul, welches unter dem Einfluſſe der von der Haide und überhaupt den meiſten Moorgewächſen (vorzüglich von Riethgräſern) ausgeſchiedenen Gerbſäure auf alle löslichen Eiſenſalze gebildet und an der Luft durch Umwandlung der Gerbſäure in Kohlenſäure allmählich zu Eiſenoxydhydrat wird. — Was nun in der eben angegebenen Weiſe durch einen einfachen künſtlichen Verſuch ausgeführt wird, das geſchieht auch in der Natur überall da in einem Boden, in welchem Gerbſäure, welche durch krankhafte und abſterbende Wurzeln von Haide, Weiden, Aspen, Eichen und Riethgräſern ausgeſchieden wird, auf Mineralreſte einwirkt, welche bei ihrer Verwitterung Eiſenoxydhydrat freigeben. Das ſo entſtehende gerbſaure Eiſenoxyd bildet dann an allen Sandkörnern des Bodens einen anfangs ſchwarzen, ſpäter aber durch Zerſetzung der Gerbſäure ockergelb werdenden, Ueberzug, welcher mit der Zeit immer ſtärker wird und am Ende die einzelnen ockergelben Sandkörner (— den ſogenannten Ortſand —) mit einander zu einer mehr oder weniger feſt zuſammenhängenden Geſteinslage verkittet. Es iſt nicht unwahrſcheinlich, daß die unter den Haidewäldern der Lüneburger Haide lagernden, weit ausgedehnten und oft fußmächtigen Ablagerungen des „Ortſteines“ erſt unter dem Einfluſſe der Haide in der eben angegebenen Weiſe entſtanden ſind. Wenigſtens ſpricht für dieſe Anſicht, außer den obigen Verſuchen, noch die Erfahrung, daß in der genannten Haide einerſeits ſich überall da Ortſteine fortbilden, wo die Haidewälder noch wuchern, während andererſeits da, wo dieſe Wälder ganz ausgerodet worden ſind, die Bildung der Ortſteine aufgehört hat.

Verſuch: Wenn man eine geſunde, nicht an ihren Wurzelſpitzen verletzte Haidepflanze in eine ſtark verdünnte Löſung von Eiſenvitriol ſetzt, ſo ſaugt ſie dieſelbe gierig auf und färbt ſich in Folge davon ſtark dunkelgrün. Verbrennt man nun dieſe Haidepflanze, ſo bekommt man eine braunrothe Aſche, welche ſehr viel Eiſenoxyd enthält Es hat demnach die Haide den eingeſogenen Eiſenvitriol durch ihren Gerbſäuregehalt zerſetzt und in gerbſaures Eiſenoxydul umgewandelt, aus welchem dann bei der

Verbrennung Eiſenoxyd wurde. Sollte dieſer Proceß nicht auch in der Natur da, wo die Haide mit Löſungen des aus vitriolescirendem Eiſenkieſe entſtehenden Vitriols in Berührung kommt, ſtattfinden und ſollte nicht dann bei dem Abſterben der Haide in dem ſie tragenden Boden Material zur Bildung von Limonit entſtehen? — §. 70.

3) In den eben angegebenen Fällen wurde gezeigt, unter welchen Verhältniſſen lebende Pflanzen zur Bildung von Limoniten beitragen können. Man wird indeſſen aus dieſen Fällen zugleich auch erkannt haben, daß die Pflanzen nur dadurch Limonitablagerungen hervorbrachten, daß ſie das an ihren Wohnſitzen ſchon vorhandene Bildungsmaterial für dieſe Erze in ihren Körpern haushälteriſch anſammelten und dann als eigentliche Limonitmaſſe bei ihrer Verweſung maſſenhafter ihrem Standorte wieder zurückgaben, — daß alſo mit anderen Worten die lebenden Pflanzen nur die Sammler, aber nicht die Erzeuger der Limonitmaſſe waren. Was jedoch die Pflanzen nicht während ihres Lebens vermögen, das thun ſie nach ihrem Tode dann, wenn ſie vermodernd und vertorfend auf dem Grunde von Waſſertümpeln, Seen oder Mooren mit Mineralmaſſen in Berührung kommen, welche Eiſenoxydationen enthalten. In dieſem Falle wirken ſie auf zweierlei Weiſe:

a. Jede vertorfende Pflanze entwickelt aus ſich quell- (torf- oder geïn-) ſaures Ammoniak, welches ſich im Waſſer der Moore auflöſt. Kommt nun die Löſung dieſes Salzes auf dem Grunde oder an den Wänden ſeines Waſſerbeckens mit Mineralmaſſen in Berührung, welche Eiſenoxydul oder Eiſenoxydhydrat enthalten, — z. B. mit eiſenſchüſſigem Sand, Thon, Lehm oder Mergel, — ſo löſt es aus denſelben ihren Eiſengehalt heraus. Dieſes geht ſo lange vor ſich, bis ſich das Waſſer des Beckens von unten an bis zur Oberfläche hin mit quellſaurem Eiſenoxydul-Ammoniak geſättigt hat. Sowie nun aber die oberſte Lage dieſer eiſenhaltigen Waſſerſchichten mit dem Sauerſtoffe der Luft in Berührung kommt, oxydirt ſich einerſeits die Quellſäure der Eiſenlöſung zu Kohlenſäure, welche in Verbindung mit dem Ammoniak entweicht, und andererſeits das vorhandene Eiſenoxydul zu Oxydhydrat, welches in Kohlenſäure und Waſſer unlöslich iſt und ſich in Folge davon zu Boden ſenkt. Durch dieſes Niederſinken des Eiſengehaltes wird indeſſen zugleich die folgende, noch eiſenhaltige, Waſſerlage in die Höhe und an die Oberfläche des Waſſerbeckens getrieben, wo ſie nun wie die erſte durch den Einfluß des Sauerſtoffes ihres Eiſengehaltes beraubt wird. Und indem ſo jede folgende eiſenhaltige Waſſerſchichte nach und nach von unten nach oben zur Waſſeroberfläche getrieben und daſelbſt in der angegebenen Weiſe ihres Eiſengehaltes beraubt wird, entſteht in dem Waſſertümpfel ein Kreislauf von aufſteigendem eiſenhaltigem Waſſer und niederſinkenden Eiſenoxydhydrattheilchen (Fig. 66), welcher ſo lange dauert, bis auch die unterſte Waſſerſchichte zur Oberfläche des Tümpfels gelangt und von ihrem Eiſengehalte befreit worden iſt. Hiermit iſt nun auch die Mooreiſenbildung in dem Waſſertümpfel vollendet, wenn währenddem

§. 70.

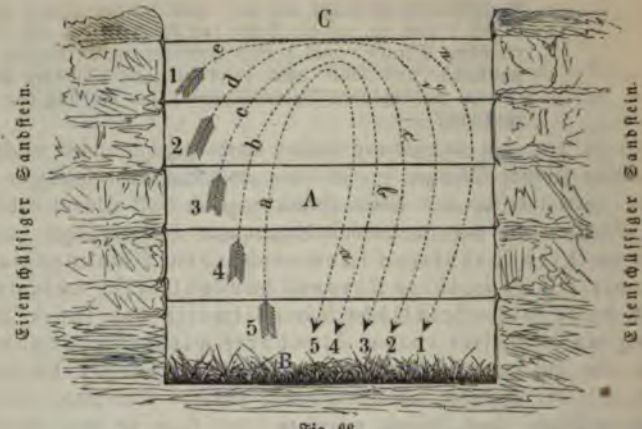


Fig. 66.

Veranſchaulichung der Eiſenbildung in Waſſertümpeln.

(A: ein Waſſertümpel, welcher auf ſeinem Grunde eine Schichte vertorfender Pflanzen (B) enthält, und deſſen Wände aus eiſenſchüſſigem Sandſteine beſtehen. Die Pfeile 1, 2, 3, 4, 5 ſollen andeuten, wie eine Eiſenoxydul haltige Waſſerſchichte (a, b, c, d, e) nach der anderen an der Oberfläche C mit der Luft in Berührung kommend oxydirt, in unlösliches Eiſenoxydhydrat umgewandelt wird und dann in der Richtung a, b, c, d, e zu Boden ſinkt).

die auf dem Grunde des letzteren liegende Vertorfungsſubſtanz ſoweit verkohlt iſt, daß ſich aus ihr kein quellſaures Ammoniak mehr entwickeln kann. Iſt aber noch vertorfende Pflanzenmaſſe vorhanden, welche das letztgenannte Salz aus ſich entwickeln kann, dann wird auch nicht nur das zu Boden geſunkene Eiſenoxydhydrat wieder aufgelöſt, ſondern auch aus der Geſteinsmaſſe der Becken- oder Tümpelwände noch mehr Eiſenoxyd ausgelaugt, ſo daß wieder ein neuer Kreislauf des Eiſenwaſſers beginnt. Dieſer wird demnach erſt dann aufhören, wenn alle Pflanzenmaſſen eines Moorbeckens vollſtändig in reifen, amorphen Pech- oder Schlammtorf umgewandelt ſind. Iſt dieſes der Fall, dann ſenkt ſich das auf der Oberfläche des Torfſchlammes abgeſetzte Eiſenoxydhydrat in Folge ſeiner größeren Schwere durch den Schlammtorf durch zur Sohle des Moores und bildet nun auf derſelben eine fertige, anfangs ſchlammige, thonähnliche, ſpäter pulverige oder aus einzelnen feſten Knollen beſtehende, Ablagerung von Moorerz oder Limonit.

Bemerkung: Die vorſtehend beſchriebene Bildungsweiſe des Limonites hat der Verfaſſer mehrere Jahre hindurch an kleineren Moortümpeln in der Umgebung Eiſenachs beobachtet. Man kann dieſelbe jedoch auch an jedem Waſſertümpel oder mit Waſſer gefüllten Graben in dem Lehmboden von Aeckern beobachten, wenn man Pflanzenreſte in denſelben wirft. Sowie in demſelben die Mooreiſenbildung beginnt, kommen nach einander violette, blaugrüne, gelbgrüne und zuletzt ockergelbe Farbenzonen an ſeiner Oberfläche zum Vorſchein, welche ſich ſo lange erneuern, als die Eiſenbildung im Waſſer deſſelben noch vorwärts ſchreitet.

b. Es iſt ſchon bei dem Vertorfungsproceſſe mitgetheilt worden, daß, wenn eine noch friſche und noch nicht von der Verweſung ergriffene

Pflanzenmaſſe in einen gegen die Luft abgeſchloſſenen Boden eingegraben oder in einen Tümpfel fauligen Waſſers geworfen wird, dieſelbe vermodert und kohligen Humus (Teichſchlamm) bildet. Dieſe kohlige Humusmaſſe beſitzt die größte Begierde nach Sauerſtoff. Da ſie nun denſelben nicht aus der Luft erhalten kann, ſo entzieht ſie ihn dem Eiſenoxydhydrate, welches ſich in den Geſteins- oder Bodenmaſſen ihrer nächſten und mit ihr in enger Berührung ſtehenden Umgebung befindet. Hierdurch entſteht einerſeits aus der Eiſenoxydhydratmaſſe Eiſenoxydul und andererſeits aus dem kohligen Humus Kohlenſäure, welche ſich augenblicklich mit dem eben erſt frei gewordenen Eiſenoxydul zu doppelt-kohlenſaurem Eiſenoxydule verbindet. Das ſo entſtandene Eiſenbicarbonat löſt ſich nun im Waſſer des Bodens oder des Tümpfels auf und wird nun bei Luftzutritt in derſelben Weiſe, wie oben unter 1) oder unter a. beſchrieben worden iſt, in Eiſenoxydhydrat und Moorerz umgewandelt. §. 70.

Soviel über die Entſtehungsweiſe der Moor-, Sumpf- oder Raſeneiſenerze. All das eben Mitgetheilte zeigt wohl zur Genüge, daß ſich dieſelben überall da erzeugen werden, wo unter Waſſer vermodernde oder vertorfende Pflanzenmaſſen mit Eiſenoxyd haltigen Mineralmaſſen in Berührung ſtehen, daß aber auch zur Umwandlung der hierdurch entſtehenden Eiſenſalze in eigentliche Limonite wieder Waſſer nöthig iſt, welches ſie mit dem Sauerſtoffe der Luft in Berührung bringt, ſo daß ſie ſich in Eiſenoxydhydrat, dieſen Hauptbeſtandtheil der Limonite, umwandeln können. — Es iſt übrigens dieſe eigenthümliche Eiſenbildung eine merkwürdige Erſcheinung, welche zeigt, wie die Natur verfährt, um einerſeits die in den Erdrindemaſſen zerſtreuten und höchſt fein zertheilten Eiſenſpuren zu einem maſſigen Ganzen zu vereinigen, und andererſeits die an luftverſchloſſenen Orten liegenden Organismenreſte mit dem zu ihrer Zerſetzung nothwendigen Sauerſtoff zu verſorgen.

Im Vorſtehenden iſt hauptſächlich von ſolchen Limonitbildungen die Rede geweſen, welche an denſelben Orten, an denen ſich das Bildungsmaterial zu ihrer Erzeugung befindet, auch gleich ihre Ablagerungen bilden. Nun kommen aber auch *Limonitbildungen in Localitäten vor, in denen alles Material zur Erzeugung dieſer Erze vollſtändig fehlt*; wie iſt dann die Entſtehung dieſer Gebilde zu erklären? In dieſem Falle iſt wohl zweierlei anzunehmen:

1) Entweder iſt zur Erzeugung dieſer Limonitablagerungen alles früher an dem Orte ihres jetzigen Vorkommens vorhandene Bildungsmaterial vollſtändig verwendet worden. Dieſes kann der Fall ſein, wenn die das Limonitbecken zunächſt umſchließenden Mineralmaſſen gebleicht und weiß erſcheinen, während ſie entfernter von dieſem Becken noch ockergelb gefärbt ſind;

2) oder die in einer Localität vorhandenen Limonitablagerungen ſind durch Quellen oder Flüſſe, in deren Waſſer doppelt-kohlenſaures oder quellſaures Eiſenoxydul aufgelöſt enthalten iſt, herbeigefluthet und abgeſetzt worden. Dieſer Fall iſt wohl der gewöhnlichſte und

geht noch fortwährend da vor ſich, wo eiſenhaltige Quellen aus Gebirgsabhängen hervorſprudeln oder in beckenförmige Ablagerungsſtätten von Bodenmaſſen eindringen, wie auch ſchon im Eingange dieſes Paragraphen erwähnt worden iſt. Aber ebenſo werden noch fortwährend auf der ſteinigen Sohle von flachen, langſam fließenden Bächen, welche aus Torfmooren abfließen und quellſaures Eiſenoxydhydrat enthalten, namentlich zur Sommerszeit alle Steingerölle und Pflanzenreſte, ja ſelbſt die Gehäuſe von Schnecken und Muſcheln, ſowie die Körper von Waſſerkäfern mit Eiſenocker überrindet und im Verlaufe der Zeit untereinander verkittet zu einer Art Eiſenconglomerat und Eiſenſandſtein. Endlich werden auch oft weit ausgedehnte und immer nachwachſende Limonitablagerungen in den Bodenmaſſen ſolcher Uferländereien gebildet, welche von Flüſſen durchzogen werden, deren Waſſer quell- oder torfſaures Eiſenoxyd in ſich gelöſt enthält. Es iſt nicht unwahrſcheinlich, daß die maſſigen Limonitablagerungen, welche ſich in den Uferländereien der ſchwarzen Elſter befinden, wenigſtens zum großen Theile auf dieſe Weiſe entſtanden ſind und ſich noch ſo lange fortbilden werden, als noch das Waſſer der Elſter eiſenhaltig iſt.

§. 71. **Geologiſche Bedeutung der Limonitbildungen.** — Schon aus dem, was im §. 69 über die Verbreitung der Limonite geſagt worden iſt, erſieht man, daß dieſe Eiſengebilde ſo große Landesgebiete einnehmen, daß man ſie unbeſtritten ebenſo zu den Gebirgsarten rechnen muß, wie den Gyps und Mergel, das Magnet- und Rotheiſenerz, noch dazu, da ſie an günſtigen Localitäten noch fortwährend im Wachſen begriffen ſind. Dazu kommt nun noch, daß ihre Bildung nicht bloß der Gegenwart oder jüngſten Vergangenheit angehört, ſondern von dem Augenblicke an begonnen hat, wo unter dem Einfluſſe von Waſſer und vermodernden oder vertorfenden Organismenreſten Erdrindemaſſen ihres Eiſengehaltes beraubt worden ſind. Demgemäß müſſen alſo wohl alle diejenigen Braun- und Rotheiſenerzablagerungen, deren Maſſe erdig, dicht oder amorph iſt, mit Thon, Mergel, Kalk oder Sand untermengt erſcheint, auch wohl vereiſerte Thier- und Pflanzenreſte umſchließt und neſter- oder lagerweiſe zwiſchen den Schichten anerkannt durch Niederſchläge im Waſſer entſtandener Erdrindemaſſen vorkommt, zu den Limoniten gerechnet werden. Am erſten gilt dieſes noch von den maſſigen und häufig aus einzelnen, Thier- und Pflanzenreſte umſchließenden, Knollen beſtehenden Eiſenerzablagerungen, welche in Zwiſchenlagen zwiſchen den Gliedern der Stein- und Braunkohlenformationen auftreten; denn dieſe zeigen ſich unter ſolchen Verhältniſſen, daß jeder, welcher die Limonite des Alluviums genau beobachtet hat, unwillkürlich auf den Gedanken kommen muß, daß, wenn die Stein- und Braunkohlenablagerungen ſich in ähnlicher Weiſe entwickelt haben wie die gegenwärtigen Torflager, auch die in ihnen vorkommenden Eiſenerzlager wohl nichts anderes ſein können, als urweltliche Moorerze oder Limonite.

e. Bildungen des ewigen Schnees und Eiſes.

Bedeutung dieſer Bildungen im Allgemeinen. — Alle die in den §. 72.
vorigen Abſchnitten betrachteten Veränderungen und Neubildungen an der Erdrinde bringt das Waſſer nur mit Hülfe derjenigen Stoffe hervor, welche es erſt durch die ſchon vorhandenen Körpermaſſen der Mineralien oder Organismen erhält; es iſt demnach bei allen den bis jetzt unterſuchten Schöpfungen nur das Umwandlungsmittel der ihm von dem Erdkörper dargebotenen Stoffe. Aber es vermag auch durch ſeine eigene Subſtanz gewaltige und weit ausgebreitete Erdrindemaſſen zu ſchaffen, ſobald es ſeinen luftförmigen oder tropfbarflüſſigen Zuſtand aufgiebt und zu einer feſten Körpermaſſe, d. i. zu Eis erſtarrt. Dieſe ſo durch das Eis gebildeten Erdrindemaſſen ſind von der größten Wichtigkeit für die Veränderungen, welche nicht nur an dem Beſtande und den Oberflächenformen des Erdkörpers, ſondern auch in der Welt der Organismen vor ſich gehen. Auf den hohen Gebirgen der gemäßigten und heißen Zone ſowie auf den Ebenen der Polarländer bilden ſie auf dem ſteinernen Grundbau der Erde neue, wildzackige, zerklüftete, dem Auge blendendweiß entgegentretende, oft Tauſende von Fußen mächtige und viele Quadratmeilen umſpannende Gebirgszüge, welche nur aus reinem Eiſe beſtehen und nicht einmal die zufällig in ihre Maſſe eingeſunkenen Mineralmaſſen oder Organismenreſte des Erdkörpers in ſich dulden, ſondern ſie auf irgend eine Weiſe wieder ausſcheiden. Von dem Rande dieſer ihrer Ablagerungen ſenden ſie Eisſtröme nach allen Richtungen hin ſelbſt in die niederen Thalregionen der Gebirge oder in das Meer und mit dieſen Strömen zugleich auch Blöcke, Gerölle und Sand von den durch ihre Maſſe zerſprengten und zermalmten Gebirgsunterlagen in die Schluchten, Thäler, Ebenen, Flüſſe und Seen, ſie allmählich ausfüllend und in fruchtbares Land umwandelnd. Aber von eben dieſem Rande der Eisgebirge aus enteilen auch zahlreiche Quellen, ja auch Bäche und Ströme, welche ſo lange nicht verſiegen werden, als noch eine Spur dieſer Eisgebirge vorhanden iſt, ſo daß man behaupten kann, daß dieſe Eisgebirge ebenſo ein unerſchöpfliches Magazin für die Bildung von Waſſer ſind, wie die Geſteinsmaſſen der Gebirge ein niemals ruhendes Laboratorium für die Erzeugung von neuen Erdrindemaſſen.

Wie nun aber dieſe Eisgebirge mannichfach auf die Veränderung, Formung und Bewäſſerung der Erdoberfläche einwirken, ſo werden durch ſie auch überall da, wo ſie ihre Herrſchaft geltend machen, die klimatiſchen Verhältniſſe und mit ihnen das Pflanzen- und Thierleben auf die mannichfachſten Weiſen umgeändert; pflanzen- und thierreiche Gefilde werden durch ſie in unheimliche Einöden umgewandelt, in denen nur noch die mikroſkopiſch kleine Schneealge und die rothe Schneemilbe ihr Leben friſtet, das Reich der Wirbelthiere aber nur noch vorübergehend, ſei es auf der Flucht oder auf der Durchwanderung, auftritt.

Aus allen dieſen Andeutungen kann man ſchon die Wichtigkeit dieſer durch das erſtarrende Waſſer geſchaffenen Erdrindemaſſen erkennen. Im Folgenden ſollen deshalb dieſelben näher betrachtet werden.

§. 73. **Bildung des ewigen Schnees und Eises.** — Es ist schon in der Syn. der Mineralogie S. 287 mitgetheilt worden, daß Wasser, dessen Temperatur unter 0 ° R. herabsinkt, zu einem festen Körper erstarrt, welchen man Eis nennt. Geschieht nun diese Erstarrung schon in dem Raume der Atmosphäre an den sich verdichtenden Wasserdunstbläschen und Regentropfen, so entstehen durch diese Verdichtung die verschiedenen Körperformen des Schnees, dessen einzelne Krystallindividuen sich während ihrer Bewegung zur Erde hin auf mannichfache Weise mit einander theils zu Schneesternen und Schneeflocken, theils zu kleineren und größeren Kugeln und Knöllchen verbinden. Schnee ist demnach das Erstarrungsproduct der Luftfeuchtigkeit, des Nebels und der Regentropfen. Fällt nun dieser Schnee auf Gebiete der Erdoberfläche, in denen die mittlere Temperatur des Jahres höchstens + 4 ° R. beträgt, dann schmilzt seine Masse, wenn sie schon während des ersten Jahres ihrer Bildung eine bedeutende Mächtigkeit erlangt hat, nur ausnahmsweise und unter sehr günstigen Temperatur-Verhältnissen vollständig wieder zu Wasser. In der Regel bleibt sie zum größeren Theile liegen, so daß nun die Schneefälle aller folgenden Jahre Ablagerungen auf der schon vorhandenen Schneedecke bilden. Auf wagerechten Ebenen, wie sie vielleicht in manchen Gebieten der Polarzone vorkommen, können hierdurch Schneeablagerungen von mehreren tausend Fuß Mächtigkeit entstehen. In Gebirgen dagegen, in denen der Schnee sich in der Regel auf schief abfallenden Flächen ablagert, wird seine Masse durch den starken Druck seiner oberen Lagen auf die unteren ins Gleiten gebracht und auf seinen schiefen Lagerstätten allmählich so weit abwärts getrieben, daß er in wärmere Regionen gelangt, in denen er nun wieder zu Wasser wird. Wäre dieses nicht der Fall, so müßte nach Tyndalls Berechnung z. B. auf den Alpen die Schnee-Ablagerung seit Beginn der christlichen Zeitrechnung mehr als 5000 Fuß Mächtigkeit besitzen.

Das Gebiet der Erdoberfläche nun, in welchem stets nur Schnee fällt, welcher nie wieder vollständig verschwindet, wird die Region des ewigen Schnees genannt, während man diejenige Linie, welche den äußersten oder untersten Rand dieser Region abgrenzt, als die Linie oder Grenze des ewigen Schnees bezeichnet. Demgemäß wird also der Schnee, welcher oberhalb dieser Linie fällt, zum größten Theil liegen bleiben, während der unter dieser Linie fallende Schnee zum größten Theile schon in dem Jahre seines Falles wieder zu Wasser wird.

Die Höhe über dem Meeresspiegel, in welcher diese Schneegrenze beginnt, hängt ab von den klimatischen Verhältnissen der Länder, in welchen Schnee fällt. In den Polarländern fällt die Höhe dieser Grenze mit dem Meeresspiegel zusammen; aber von diesen unwirthbaren Gebieten an entfernt sie sich nach der Höhe hin von dem Meeresspiegel um so mehr, je mehr man sich dem Aequator nähert und zwar so, daß wenn von den Polen an nach der Aequatorialzone hin diese Schneegrenze durch eine Linie abgemarkt wird, diese Linie eine Curve bildet, deren höchster Scheitel die Gipfel der äquatorialen Hochgebirge schneidet.

a. Nach Alex. v. Humboldt fällt die untere Grenze des ewi- §. 73.
gen Schnees:

an der Küſte Norwegens	im	$71\frac{1}{4}^0$	nördl.	Br.	auf	2,200	P. F.
auf Island (Oeſterjökul)	„	65^0	„	„	„	2,890	„
im Innern Norwegens	„	61^0	„	„	„	4,800	„
im Altai	„	50^0	„	„	„	6,590	„
an der Nordſeite der Alpen	„	47^0	„	„	„	8,300	„
an der Südſeite der Alpen	„	46^0	„	„	„	8,800	„
am Aetna	„	$37\frac{1}{2}^0$	„	„	„	8,900	„
in Granada (Sierra Nevada)	„	37^0	„	„	„	10,500 (?)	„
am Nordabhange des Himalaya	„	$30\frac{1}{2}^0$	„	„	„	15,600	„
am Südabhange des Himalaya	„	30^0	„	„	„	12,200	„
in Mexiko	„	19^0	„	„	„	13,200	„
in Südamerika:							
1) Vulcan Tolima	„	$4\frac{1}{2}^0$	„	„	„	14,380	„
2) Vulcan Purace	„	$2\frac{1}{3}^0$	„	„	„	14,430	„
3) Quito	„	0^0	„	„	„	15,320	„

b. Die Schneegrenze zeigt ſich indeſſen nicht bloß in den verſchiedenen Zonen der Erdoberfläche verſchieden hoch, ſondern auch in einem und demſelben Gebirgsſyſteme je nach den verſchiedenen Luftſtrömungen, von denen ſeine einzelnen Bergketten vorherrſchend beſtrichen werden, je nach der Nähe des Meeres, je nach der Menge und Größe der in ſeiner Umgebung befindlichen Seen, ja ſelbſt nach der Art der Geſteine, aus denen ſeine Hauptmaſſe beſteht. Im Allgemeinen lehrt in dieſer Beziehung die Erfahrung:

1) Je feuchter die Luftſtrömungen, von denen ein Gebirge vorherrſchend beſtrichen wird, um ſo tiefer liegt ſeine Schneegrenze; ſo liegt z. B. dieſelbe auf den, von feuchten Weſtwinden beſtrichenen, Schweizer Alpen niedriger als auf den, von den trockenen Nord- und Oſtwinden beherrſchten, deutſchen Alpen; ebenſo an der Südſeite des Himalaya niedriger als an der Nordſeite.
2) An Gebirgen, welche aus hellgefärbten Kalkſteinen (— ſehr guten Wärmehaltern —) beſtehen, liegt ſie höher als an Gebirgen, welche aus dunkelgefärbten, körnigen Felsarten (— guten Wärmeausſtrahlern —) beſtehen.
3) Auf Gebirgen, welche ſchmale Bergrücken mit zackig in die Luft ſteigenden (— und ſich ſchnell und ſtark abkühlenden —) hohen Gipfeln beſitzen, liegt die Schneegrenze tiefer als auf Gebirgen mit ſanft gewölbten, breiten Rücken.

Derjenige Schnee, welcher auf den Hochgebirgen (z. B. auf den Alpen) in den höchſten Höhen fällt, iſt ganz trocken, leicht, und beſteht aus feinen Kryſtallnadeln oder kleinen harten 3- bis 6eckigen Sternen. In dieſer Form bilden ſeine einzelnen Individuen eine lockere, blendend weiße, ſtark glitzernde, Ablagerungsmaſſe, welche man Hochſchnee nennt. In Höhen über 12,000 Fuß bleibt auf den Alpen dieſer Hochſchnee das ganze Jahr hindurch faſt unverändert, da bei der Trockenheit der Luft und der ſehr geringen Wärme in dieſen Höhen keine ſtarke Anſchmelzung ſeiner Theile

§. 73. vor sich gehen kann. Bei 10,000 und 9000 Fuß aber werden die einzelnen Nadeln und Sterne desselben durch oberflächliches Anschmelzen und dadurch entstehendes Schmelzwasser, welches zwischen den einzelnen Nadeln und Sternklümpchen kleine, sich hin- und herwindende, Wasseradern bildet, an ihren Spitzen so abgeschliffen, daß sie gleichförmig runde, compacte, sehr feste, harte und schwer schmelzbare, Körner bilden, deren Aggregation man (in der Schweiz) Firn (vom Worte: „fern" d. i. vorjährig) nennt. In jeder folgenden Nacht werden nun zwar diese Firnkörner durch das zwischen ihnen befindliche und nun gefrierende Wasser zu einer steinharten, fest zusammenhängenden, rogensteinähnlichen, Eismasse (— Firneis —) verkittet, allein an jedem sonnenreichen Sommertage zerfließt auch ihr eisiges Bindemittel wieder. Dieser wechselnde Aggregatzustand des Firns dauert während des ganzen ersten Sommers nach seinem Niederfalle. Sobald aber die kalte Zeit des Jahres eintritt, dann schmilzt auch das eisige Bindemittel der Firnkörner nicht mehr und das Firneis bildet nun eine feste, dauernde, spiegelglatte Eismasse (— ein sogenanntes Firneismeer —). Die während des Winters auf diese Eismasse niederstürzende gewaltige Menge Schnees entzieht sie vollends dem schmelzenden Strahle der Sonne und giebt im nächsten Sommer das Material zur Bildung von neuem Firneis ab. — Aber die auf diese Weise gebildete, sand- oder rogensteinähnliche, Firneismasse hat nach Ablauf des ersten Jahres noch nicht ihre vollständige Ausbildung erhalten; das, durch das Anschmelzen der über ihr lagernden neuen Firnschneemasse entstehende, Wasser dringt abwärts bis zum Firneis, wird durch die zahllosen, netzförmig durch seine Masse verbreiteten, Haarrisse desselben aufgesogen und bewirkt nun zunächst ein Abschmelzen der in ihm vorhandenen Firnkörner und dann bei seiner Eiswerdung die Bildung einer Eismasse, welche nur noch einzelne kleine Firnkörner wahrnehmen läßt und schon dem eigentlichen Gletschereise ähnlich sieht. In dieser Weise wird man also in den Firneismeeren von oben nach unten

zu oberst: eine Lage losen Firnschnees,
darunter: eine Lage rogensteinähnlichen Firneises,
zu unterst: eine Lage von fast dichtem, undeutlich körnigem, Eise

bemerken.

Obwohl nun in allen über 10,000 Fuß gelegenen Gebieten der Hochgebirge Firn zu jeder Zeit des Jahres entstehen kann, so sind doch nur die mulden- oder kesselförmigen Thäler, welche sich zwischen den höchsten Bergen auf dem Rücken der Hochgebirge befinden, die Sammelbecken, in welchen sich nicht nur der aus der Atmosphäre niederfallende, sondern auch der durch Winde von den Abhängen der Berggipfel abgefegte Firnschnee zu den oben genannten Firnmeeren anhäuft. In der Regel besitzen diese Firnmeerbecken an der einen Seite einen breiten Abzugscanal, welcher bergab zieht und mit den Nebenthälern zwischen den, vom Hauptgebirgsstock beiderseits abgehenden, Nebengebirgsketten im Verbande steht.

Wenn man daher vom unteren Ende (Thalende) eines Gletschers diesem letzteren entlang bergauf steigt, so gelangt man zuletzt in das Firnmeerbecken, welches demgemäß der Quellsitz ist, von welchem aus

der Gletſcherſtrom bergab zieht. — Die Weite dieſer Firnbecken beträgt gewöhnlich $^1/_2$ bis 2 geographiſche Meilen. So beſitzt das Firnbecken des prächtigen, am nördlichen Abhange des Großglockners ſich ausbreitenden, Paſterzgletſchers im kleinſten Durchmeſſer 2691, im größten aber 4110 Meter; des Roſeggletſchers am Bernina 7500 Meter; des Lauter- und Finſteraargletſchers 3000 Meter; des Glacier du Géant am Montblanc 5000 Meter Länge bei einem Breitendurchmeſſer von 1100 bis 1694 Meter. §. 73.

Da nun die Firnmeerbecken in der Regel eine ſchiefe Sohle beſitzen, ſo kommen die in denſelben lagernden Firnmaſſen — theils durch den Druck, welchen ihre unteren Lagen durch die oberen Ablagerungen erleiden und ſelbſt wieder abwärts auf die ſchiefe Sohle ihres Beckens ausüben, theils aber auch durch die Ausdehnung, welche ihre Maſſe durch das in ihr überall vorhandene Waſſer bei ſeiner Eiswerdung erleidet — abwärts eben nach der Richtung ihrer ſchiefen Beckenſohle hin ins Gleiten (— Glitſchen, daher: Gletſcher —). Und indem ſie durch den an der tieferen Stelle des Firnbeckens gelegenen Abzugscanal gleiten oder fließen, ſo gelangen ſie allmählich in tiefere Regionen (— in den Alpen bei 7600 Fuß Meereshöhe —), in denen theils durch die daſelbſt herrſchende höhere Tagestemperatur, theils durch die Luftfeuchtigkeit, theils aber auch durch die während des Sommers unaufhörlich von den höher gelegenen Firnmeeren herabrieſelnden Schmelzwaſſerbäche die einzelnen Körner der zu oberſt liegenden Firnmaſſen angeſchmolzen und erweicht werden, dann aber auch während der Nacht und im darauf folgenden Winter wieder zu Eis erſtarren und dabei nun zugleich ſich unmittelbar mit einander zu einer Eismaſſe verbinden, in welcher alſo nicht mehr wie beim Firneiſe die einzelnen, ungeſchmolzenen Firnkörner durch ein eiſiges Bindemittel verkittet, ſondern unmittelbar unter einander zuſammengefroren erſcheinen, ſo daß das ſo entſtandene Eis einem körnig kryſtalliniſchen Geſteine gleicht, während das Firneis ein klaſtiſches Geſtein iſt, in welchem die feſten, harten Firnſchneekörner durch Eis verkittet ſind.

Die ſo gebildete feſte, harte, durchſichtige und farbloſe, aus größeren und kleineren, deutlichen oder undeutlichen, unmittelbar unter ſich zuſammengefrorenen Eiskörnern beſtehende und von zahlreichen Luftbläschen und äußerſt feinen, nach allen Richtungen hin netzartig verbreiteten Haarſpalten durchzogene, Eismaſſe iſt das Hauptbildungsmaterial aller Gletſcher und wird darum auch Gletſchereis genannt.

Die Körner des Gletſchereiſes ſind übrigens in ihrer Größe verſchieden und auch nicht immer ganz kugelig rund, ſondern, namentlich in den tieferen Regionen der Gletſcher, häufig mannichfach eckig, dabei aber ſo innig mit einander verwachſen, daß die Vorſtöße und Ecken des einen Gletſchereiskornes ſcharf und genau in die Vertiefungen der anderen mit ihm verbundenen Eiskörner eingefügt erſcheinen. Durch dieſe innige Verwachſung der Eiskörner, bei welcher gewiſſermaßen ein Korn das andere durchdringt, wird die Maſſe des

Gletschereises so gleichmäßig, daß sie glasähnlich erscheint und erst beim Abschmelzen ihre körnige Zusammenfügung wahrnehmen läßt.

Vermöge der Haarspalten, welche das Gletschereis nach allen nur möglichen Richtungen hin so durchziehen, daß jedes einzelne Eiskorn gewissermaßen von ihnen ringsum umgeben ist, absorbirt und verdichtet das Gletschereis nicht nur eine große Menge von atmosphärischem Wasserdunst, sondern es verdunstet auch ohne vorhergehende Schmelzung von seiner Eismasse wieder viel. Jenes Absorbiren und Vereisen von Feuchtigkeit geschieht vorherrschend in der Nacht, während das Verdunsten der Eismasse selbst am Tage, namentlich im Sonnenscheine, vor sich geht. Durch dieses abwechselnde Absorbiren und Exhaliren von Feuchtigkeit wird im Allgemeinen der Erfahrungssatz bestätigt, daß während des Sommers das Gletschereis ziemlich in demselben Grade an Volumen wächst, wie es an Gewicht verliert.

Nach Hugi wurde ein glattgehobelter, kubikfußgroßer Eiswürfel bei einer Temperatur von + 10° — 15° R. des Nachts 12—13 Loth schwerer, am darauffolgenden Tage aber mit Beibehaltung seines während der Nacht größer gewordenen Volumens wieder um fast eben so viel leichter.

Die Farbe des Gletschereises zeigt sich verschieden, je nachdem man ein kleines Eisstück oder die Gletschermasse im Ganzen betrachtet. Das erste zeigt sich ganz farblos und wasserhell, während die zweite namentlich in ihren Spalten die herrlichsten Nüancirungen vom sanftesten Hellblau bis zum tiefsten Azur wahrnehmen läßt. Dieses schöne Blau tritt bei dem mit Wasser getränkten Eise reiner und bestimmter auf, als bei dem blasigen und trockneren und ist nicht von der Reflexion des Himmelblaues abhängig.

§. 74. **Die Gletscher nach ihrer Bildung und ihrer Bewegung.** — Nach den eben gegebenen Erklärungen sind die Gletscher nichts weiter als Abflüsse von einem Firnmeere, welche in Höhen zwischen 10,000 und 8000 Fuß noch aus Firnschnee und Firneis, dann aber weiter abwärts aus eigentlichem Gletschereise bestehen.

Die Firnmeere sind demnach die Quellen und Reservoirs, aus denen die Gletscher hervorgehen und fort und fort gespeist werden; sie sind mit anderen Worten für die Gletscher ganz dasselbe, was ein Wasserbecken für den aus ihm abfließenden Wasserstrom ist (Fig. 67).

Das Eis, welches die eigentliche Bildungsmasse eines Gletschers ausmacht, ist seiner Entstehungsweise gemäß in Schichten abgetheilt, welche in der Regel mit der Oberfläche des Gletschers parallel laufen. Diese Schichten, deren jede einer Jahresbildung entspricht, sind theils durch liniendünne Lagen von aufgewehtem Staub oder Sand deutlich erkennbar, theils aber auch durch feste Aufeinanderpressung so innig mit ihren Schichtflächen verwachsen, daß man nur im Querbruche ihrer Massen noch ihre Schichtlinien bemerkt.

In der Regel sind die oberen Schichten nur $^1/_2$ bis 2 Fuß mächtig, die unteren aber um so mächtiger, je weiter sie nach unten lagern. Als mittlere Mächtigkeit dieser Schichten kann man 8 Fuß annehmen.

Wie nun ebenfalls ſchon im vorigen Paragraph angegeben worden iſt, §. 74.
ſo beſteht die Gletſchereismaſſe aus lauter einzelnen Eiskörnern, welche

Fig. 67.
Oberer Grindelwaldgletſcher mit ſeinem Firnmeere.

zwar mit einander verwachſen ſind, aber doch ringsum von äußerſt feinen, waſſerhaltigen Haarſpalten umfloſſen werden, ſo daß ſie gewiſſermaßen der aus lauter einzelnen Waſſerkugeln beſtehenden Maſſe des tropfbaren Waſſers gleicht. Schon in Folge dieſer eigenthümlichen Zuſammenſetzung muß die Maſſe des Gletſchereiſes formbar oder plaſtiſch ſein und ſich der Form ihrer Umgebung anſchmiegen, ſo daß ſie ſich bei der Erweiterung dieſer letzteren ebenſo ausbreitet, wie ſie ſich bei deren Verengerung zuſammendrückt. In der That will auch Tyndal eine angefeuchtete Eisſtange zu einem Ringe umgebogen und einen Eiscylinder unter der hydrauliſchen Preſſe zu einer ſtrahlig riſſigen Eisplatte zuſammengedrückt haben. Zu dieſer Plaſticität des Gletſchereiſes kommt nun noch, daß durch das abwechſelnde Gefrieren und Wiederaufthauen des in dem Gletſchereiſe circulirenden Waſſers ein unaufhörliches Ausdehnen und Wiederzuſammenziehen, kurz ein fortwährendes Verſchieben ſeiner Eistheile erfolgen muß. Rechnet man zu dieſen Eigenſchaften des Gletſchereiſes, durch welche allein ſchon die Maſſe des letzteren in Bewegung geſetzt wird, noch, daß der Gletſcherſtrom ſich auf einer ſchiefen Fläche befindet und durch ſeine Schwere einen Druck nach den tiefer gelegenen Theilen dieſer Fläche ausübt, ſo muß man zugeben, daß der Eisſtrom eines Gletſchers ähnlich einem Waſſer-

§. 74. ſtrome ſich fortbewegen und bergabwärts fließen muß. Iſt nun auch dieſes Fließen, — ähnlich einem zähflüſſigen Theer- oder Schlammſtrome, — nur ein verhältnißmäßig ſehr langſames und für den flüchtigen Beobachter nicht oder nur kaum bemerkbares, ſo iſt es doch vorhanden, wie ſchon der Umſtand beweiſt, daß auf einem Gletſcher liegende Felsblöcke, welche man bezeichnet, ſchon nach wenigen Tagen nicht genau mehr an ihrer erſten und genau markirten Stelle liegen und im Verlaufe eines Jahres um viele Fuße weiter thalabwärts, ja ſchließlich nach einer Reihe von Jahren am unteren Ende des Gletſchers gefunden werden.

Der Grindelwaldgletſcher bewegt ſich z. B. jährlich etwa 25 Fuß fort. Hugis Hütte auf dem Unteraargletſcher wanderte 1851 vom März bis Auguſt 1000 Fuß weit; der Boſſongletſcher im Chamounythale bewegt ſich während eines Jahres in ſeinen oberen Theilen etwa 500 und in ſeinen unteren Theilen etwa 547 Fuß weit fort. Die Leiter, welche Sauſſure 1788 bei der Aiguille noire am Montblanc gelaſſen hatte, gelangte 1822 auf dem Mer de glace an, war alſo in 44 Jahren mit dem Gletſcher 14,500 Fuß weit fortgerückt.

Obgleich nun die Geſchwindigkeit, mit welcher ſich ein Gletſcherſtrom in ſeinem Thalbette fortbewegt, je nach der Neigung ſeiner Fließebene und der Stärke der Reibung an der Sohle der letzteren verſchieden iſt, ſo darf man doch im Allgemeinen annehmen, daß ein raſch vorwärtsſchreitender Gletſcher in einem Jahre 400 bis 600 Fuß weit gleitet. Der ſchottiſche Forſcher Forbes, welcher auf dem Mer de glace am Montblanc genaue Unterſuchungen über das Fortbewegen der Gletſcher anſtellte, erhielt in dieſer Beziehung folgende Reſultate:

1) Die abwärts gehende Bewegung des Eiſes von den Bergen nach den Thälern zu iſt eine regelmäßige und beſtändige, nie ruckweiſe gehende;
2) ſie geht im Winter ebenſo gut vor ſich, als im Sommer;
3) ſie iſt bei heißem Wetter ſtärker als bei kaltem;
4) ſie wird beſchleunigt durch Regen und Schneeſchmelzen;
5) die Mittelzone eines Gletſchers bewegt ſich ſchneller als ſeine beiden Seitenzonen;
6) die Oberfläche eines Gletſchers bewegt ſich ſchneller, als ſeine unteren Lagen;
7) die Bewegung eines Gletſchers wird nicht verhindert durch Verengerung ſeines Bettes und geht am ſchnellſten vor ſich auf ſteil abfallenden Flächen.

Aus den eben angeführten Beobachtungen von Forbes erſieht man unter anderem, daß einerſeits die Mittelzone eines Gletſchers ſich ſchneller vorwärts bewegt, als die beiden ſeitlichen Zonen deſſelben, und andererſeits ſeine oberen Lagen ſchneller fließen, als ſeine unteren. Ganz dieſelbe Erſcheinung findet auch bei allen, etwas breiten, Fließgewäſſern ſtatt und, wie ſie bei dieſen durch die Anziehung, welche die Uferwände und die Sohle des Flußbettes gegen die ihnen zunächſt liegenden Waſſerzonen ausüben, hervorgebracht wird, ſo iſt dieſes nun auch der Fall bei dem Eisſtrome der Gletſcher.

§. 74. Das ſchnellere Gleiten des Gletſchereiſes kann man namentlich an den ſogenannten Schmutzſtreifen auf der Oberfläche der Gletſcher bemerken. Denn alle dieſe Streifen bilden ſtarke Curvenlinien, welche mit ihrem gewölbten Scheitel thalabwärts gerichtet ſind.

Wie die Fließgewäſſer, ſo füllen auch die Gletſcherſtröme die von ihnen durchzogenen Thäler in ihrer ganzen Breite aus, folgen allen Krümmungen derſelben, verbreitern und verflachen ſich in demſelben Grade, wie der von ihnen in Beſitz genommene Thalraum, und ziehen ſich zuſammen und ſchwellen in ihrer Maſſe auf, wie ſich ihr Gleitbett verengt. Stellt ſich ihrem Strome ein Felsriff quer in den Weg, ſo ſchiebt ſich ſeine Eismaſſe an demſelben in die Höhe und gleitet an der anderen Seite deſſelben wieder herab, wenn es nicht zu hoch und ſteil iſt. Iſt freilich das Letztere der Fall, dann berſtet der zuerſt in die Höhe geſtiegene Eisſtrom bei ſeinem Abſturze in große und kleine Blöcke, welche indeſſen allmählich wieder zuſammenbacken und ſo den jähen Abſturz des Felsriffes nach und nach in eine weniger ſchiefe Ebene umwandeln, über welche dann alle ſpäter nachfolgenden Eisſtrömungen, ohne zu zerreißen, hingleiten. Gelangt endlich der abwärts gleitende Gletſcherſtrom an einen hohen, jäh abfallenden, Abhang, dann ſtürzt er ſich, ähnlich einem Waſſerfalle, an demſelben herab und zerberſtet dabei in ein Chaos wild durch einander liegender Eisblöcke, welche dann weiter durch Abſchmelzen von Eistheilen die Geſtalt von Eispyramiden und Eisnadeln erhalten und durch die prachtvolle Bläue ihres Eiſes einen unvergleichlich ſchönen Anblick gewähren. Dieſes iſt unter anderem der Fall am unteren Ende der Paſterze am Großglockner und am Boſſongletſcher im Chamounythale (Fig. 68).

Fig. 68.
Eispyramiden am Abſturze des Glacier des Bossons im Chamounythale (im Auguſt 1852).

Bei ſeinem weiteren Zuge thalabwärts gelangt nun der Gletſcherſtrom in Regionen, in welchen in Folge länger dauernder und höherer Sommertemperatur ſeine Eismaſſe vollſtändig zu Waſſer zerfließt. An dieſen Stellen hat alſo ſeine Laufbahn ihr Ende erreicht. Aber an die Stelle der weggeſchmolzenen Eiswellen ſchieben ſich immer wieder neue aus der zunächſt gelegenen oberen Region des Gletſchers, bis nach und nach alle Theile deſſelben von der oberſten Region an in dieſe untere Grenzlinie eingedrungen und weggeſchmolzen worden ſind. Wenn nun nicht während dieſer Zeit, in welcher ein Gletſcher nach und nach durch alle Regionen

seines Gebietes bis zur Schmelzlinie vorgedrungen ist, fort und fort in seinem Quellbezirke neuer Firn entstände, welcher die unter ihm lagernden und abwärts gleitenden Gletschermassen immer wieder ersetzte, so würde auf diese Weise ein Gletscher im Verlaufe der Zeiten allmählich ganz verschwinden.

Häufig erscheint ein solcher Gletscherstrom einfach, oft aber ist er auch ähnlich einem Flusse, welcher von den Seiten her Nebenflüsse in sich aufnimmt, zusammengesetzt aus einem Hauptgletscherstrome und einem oder mehreren Seitengletscherströmen, welche ihm aus Seitenthälern zufließen und dann bei ihrer Vereinigung längs ihrer Seitenränder vollständig mit ihm verwachsen, so daß man ihre Seitengrenzen nur noch an den sogenannten Gufferwällen erkennen kann (s. §. 75).

§. 75. **Erscheinungen in und auf dem Gletschereise.** — Wenn die Sohle eines Gletscherthales eben ist und sanft und gleichmäßig abfällt, dann zeigt auch der auf ihr sich fortbewegende Gletscherstrom eine ziemlich ebene, fast glatte Oberfläche; ist aber diese Sohle von hervorragenden Unebenheiten besetzt und bald steiler bald sanfter abfallend, dann zerreißt das Gletschereis bei jeder Veränderung der Sohle in Querspalten (Fig. 69) von oft bedeutender Breite und Tiefe und da, wo sich die Thalrinne mit einem Male stark verbreitert, auch in Längsspalten.

Fig. 69. Querspalten im Sonnenblick-Gletscher am hohen Goldberg in den Salzburger Alpen.

Indessen nicht nur die Unebenheit des Gletscherthalbodens, sondern auch der ungleiche Einfluß der Temperatur ruft Spalten im Eise hervor. An heißen Sommertagen nemlich werden die oberen Schichten eines Gletschers stärker erwärmt und ausgedehnt, als die unteren. Indem nun in Folge davon die oberen Gletscherschichten sich stärker ausdehnen und schneller fortschieben, als die unteren es können, tritt eine ungleichmäßige Spannung und in Folge davon ein Zerbersten der Gletschereismasse in keilförmige Spalten ein. Der Verfasser dieser Angaben hat selbst diese Art von Spaltenbildung, welche vorzüglich in den Stunden von 11 bis 4 Uhr Nachmittags — und zwar an der Sonnenseite des Gletschers — eintritt, wiederholt auf dem Pasterzgletscher (gerade zwischen der Johannshütte und dem Großglockner) beobachtet. Die in dieser Weise entstehenden Spalten haben spiegelglatte, wundervoll blau spielende, Wände, sind oft 10 bis 20 Fuß breit und bis 500 Fuß lang, gehen nach unten scharfspitzwinkelig zu, erscheinen an Sommertagen gewöhnlich mit Wasser, während der Nacht aber meist mit Eis oder Schnee erfüllt, und schließen sich oft wieder in demselben Augenblicke, wo sich parallel neben ihnen eine neue Spalte bildet. Außerdem aber verschwinden sie auch oft wieder beim Weiterfließen des Gletscherstromes.

Auf der Oberfläche der meisten Gletscherströme, wie auch an ihren seitlichen und unteren Rändern zeigen sich zahlreiche große und kleine Felstrümmer, welche theils auf Eissäulen ruhen (Gletschertische), theils zu mächtigen Schuttwällen zusammengehäuft sind und dann, wenn sie

§. 75.

längs der Mitte eines Gletſcherſtromes hinziehen, Gufſer genannt werden, dagegen Seitenmoränen, wenn ſie an den beiden Seitenufern lagern, und End- oder Grenzmoränen heißen, wenn ſie am unteren Ende eines Gletſcherſtromes zu einem Grenzwalle aufgehäuft erſcheinen (Fig. 70). Außerdem bemerkt man auch noch häufig auf der Oberfläche von Gletſchern kreisrunde, oft mehrere Fuße tief ins Eis eingreifende, Löcher, welche während des Sommers, — wo überhaupt am Tage die Gletſcheroberfläche gewöhnlich mit Eisſchmelzwaſſer bedeckt iſt — mit Waſſer gefüllt ſind und auf ihrem Grunde einen Stein beſitzen (ſogenannte Gletſcherbrunnen).

Fig. 70. Paſterzgletſcher.
d. Firnmeer; a. Gufferlinien; b. Seitenmoränen; c. Gletſcherabſturz; e. Gletſcherboden; d. Endmoräne.

Von den Felsmaſſen, welche das Bett eines Gletſchers umgeben, ſtürzen oft größere und kleinere Felstrümmer, ſei es durch die zerſtörende Gewalt ſtürzender Lawinen, oder in Folge von Felszerſpaltungen mittelſt des Froſtes, herab auf die Oberfläche deſſelben. Hat ein ſolcher Felsblock eine bedeutende Größe, ſo hält er die Wärme der Sonne von der Eisſtrecke ab, welche er mit ſeinem koloſſalen Körper bedeckt, ſo daß dieſe letztere nicht ſchmelzen kann. Indem aber das den Felsblock rings umgebende Eis allmählich weggeſchmolzen wird, muß ſich die Eisunterlage des Blockes ſelbſt ſäulenförmig über ihre Umgebung erheben und den letzteren wie eine Tiſchplatte auf ihrer Spitze tragen („Gletſchertiſch") (Fig. 71).

Fig. 71.
A bis B wachſende Gletſchertiſche.
C bis D Gletſchertiſche, welche ihre Eisſäule durch Abſchmelzen verlieren.
Die punktirte Linie 1—2 iſt die urſprüngliche Gletſcherfläche;
die Linie 3—4 aber die abgeſchmolzene Fläche.

§. 75. Das Wachſen einer ſolchen Eisſäule wird ſo lange dauern, bis ihre Seitenflächen von den Sonnenſtrahlen getroffen und angeſchmolzen werden. Alsdann knickt ihre ſteinerne Tiſchplatte herab, um vielleicht dicht neben ihrem alten Fußgeſtelle ſich ein neues zu ſchaffen. Ihr früheres Geſtell aber bleibt noch längere oder kürzere Zeit als ein Eiskegel („Eisnadel") ſichtbar. — Haben dagegen die auf dem Gletſcher liegenden Felstrümmer höchſtens einen Durchmeſſer von 1 — 2 Fuß, ſo geben ſie die Sonnenwärme, welche ſie gierig einſaugen, ſchnell an ihre Eisunterlage ab und ſchmelzen in Folge davon mehr oder weniger kreisrunde Löcher in dieſelbe, welche bisweilen an Tiefe ſehr ſtark zunehmen, indem das, in dieſe Löcher von oben her eindringende, Gletſcherſchmelzwaſſer den eingeſunkenen Stein in eine drehende Bewegung ſetzt und in dieſer Weiſe mit ihm, — wie mit einem Bohrer — immer tiefer in das Gletſchereis, ja ſogar zuletzt in die Geſteinsſohle des Gletſchers einbohrt, wie früher bei der Beſchreibung der Rieſentöpfe ſchon angedeutet worden iſt. Weil dieſe Löcher gewöhnlich mit dem Schmelzwaſſer des Gletſchers gefüllt ſind, nennt man ſie „Gletſcherbrunnen (Fig. 72). — Alle

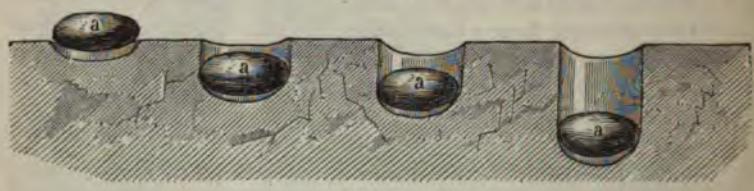


Fig. 72.
Entſtehung der Gletſcherbrunnen.
a iſt der Felstrümmer, welcher in das Eis einſchmilzt.

Felstrümmer aber, mögen ſie groß oder klein ſein und auf Eisſäulen ruhen oder ſich in das Eis eingegraben haben, trägt die Gletſchermaſſe in der Geſtalt von Geröll- und Steinlinien („Moränen") auf ihrem Rücken während ihrer Wanderung nach den tieferen Regionen ihres Gebietes mit ſich fort bis dahin, wo ſie ganz wegſchmilzt und ihren Transport von Blöcken, Steinen und Erdſchutt auf feſtem Grund und Boden abſetzt. Im Verlaufe der Zeit häufen ſich hier die Blöcke ſo an, daß ſie einen oft mehrere 100 Fuß hohen Grenzwall („Grenz-, Stirn- oder Frontmoräne") bilden, welcher ſo lange an Höhe und Dicke zunimmt, als der Gletſcher noch ſeinen Fuß benetzt. Zieht ſich aber der letztere in Folge mehrerer warmen Jahre mit ſeinem unteren Fuße bedeutend zurück, dann bildet er ſich auch hinter jenem alten Grenzwalle einen neuen, welcher bisweilen über eine Viertelmeile von der unteren, die ehemalige Grenze des Gletſchers bezeichnenden, Moräne entfernt liegt. — Aber die Gletſcher bilden ſich auch an ihren Seitenrändern hauptſächlich aus den, von ihrer Mitte nach den Seitenufern ſich fortſchiebenden, Gletſchertiſchen ihre Moränen („Seitenmoränen"). Wenn ſich

nun zwei oder mehrere Gletscherströme, welche aus verschiedenen Seitenthälern eines Gletschergebietes hervorbrechen, und deren jeder seine Seitenmoränen mit sich führt, zu einem einzigen Gletscherstrome vereinigen, so treten diejenigen ihrer Moränen, welche an den sich gegenseitig berührenden Seiten der einzelnen Gletscher lagern, zu einer einzigen zusammen, welche sich nun längs des Mittelrückens der in Eins verschmolzenen Gletscher fortbewegt und „Mittelmoräne" oder „Guffer" genannt wird. Man kann aus der Zahl dieser Guffer auf die Zahl der miteinander zu einem einzigen Hauptgletscher verbundenen Nebengletscher schließen, indem zwischen je zwei miteinander verbundenen Gletscherströmen stets eine Gufferlinie lagert (Fig. 70).

Schliffe, Mächtigkeit und Alter der Gletscher. — Die Gletscher- §. 76.
masse ruht entweder auf ihrer felsigen Unterlage fest oder bildet über derselben mehr oder minder große und hohle Gewölbe, welche gewöhnlich dadurch entstehen, daß das Gletschereis an seiner unteren Fläche stark wegschmilzt. Man hat beobachtet, daß diese Schmelzung an der unteren Gletscherfläche um so stärker stattfindet, je lockerer oder je spaltenreicher und zerrissener die Gebirgsmasse ist, auf der ein Gletscher lagert.

Sitzt der Gletscher einer Gebirgsmasse fest auf, so zerreibt und scheuert er hauptsächlich durch die an der Unterfläche seines Eises eingefrorenen Steintrümmer bei seiner Fortbewegung die Oberfläche seines Sohlengesteines so stark, daß diese wie eine polirte Fläche aussieht, auf welcher sich unzählige, 1‴ bis 1″ breite Riefen befinden, die alle unter einander parallel in der Richtung der Gletscherbewegung fortziehen (sogenannte Schliffe oder Schliffflächen).

Ragen aus der Sohle, auf welcher sich die Masse eines Gletschers fortschiebt, einzelne Felsriffe hervor, so zerspaltet sie der unaufhaltsam fortgleitende Gletscher und nimmt Blöcke derselben mit sich fort, um sie seiner Endmoräne einzuverleiben. Durch ihre theilweise glatt polirte Oberfläche sind solche Gerölle leicht von denen zu unterscheiden, welche der Gletscher auf seinem Rücken zur Endmoräne trug.

Die Mächtigkeit der Gletscher ist sehr verschieden. Man kennt welche, deren Mächtigkeit noch nicht 100 Fuß beträgt; dagegen sind auch mehrere bekannt, deren Eismasse 500, ja 12—1500 Fuß mächtig ist. — Ebenso verschieden ist auch ihre Flächengröße: während einige kaum eine Viertelsmeile lang und eine Achtelsmeile breit sind, besitzen andere eine Länge von 3 bis 4 Meilen und eine Breite von einer halben Meile.

Für die Eismeere der Schweiz berechnet Ebel eine Fläche von fünfzig deutschen Quadratmeilen.

Was endlich das Alter der jetzigen Gletscher betrifft, so läßt sich dies nicht mit Gewißheit bestimmen. Nur aus der Lage von Moränen und von Schliffflächen in Gegenden, wo sich gegenwärtig keine Gletscher mehr befinden, hat man den Schluß gezogen, daß die meisten noch jetzt auf den Alpen lagernden Gletscher vielleicht schon in der vorgeschichtlichen Zeit vorhanden gewesen sein und einen viel größeren Raum eingenommen haben müssen.

Durch dieſe alten Moränen ebenſo, wie auch durch Schliffflächen an Orten, wo jetzt keine Spur von Gletſchern mehr zu finden iſt, hat man gefunden, „daß die älteſten Gletſcher der Schweiz 1200 – 2000 Fuß über das Niveau der jetzigen Gletſcheroberfläche hinaufreichten und ihren Horizont vom Tödi bis Rapperswyl und Zürich, von der Grimſel bis Bern, vom Montblanc bis Genf ausdehnten“ (vgl. v. Tſchudi S. 480). — Daſſelbe iſt der Fall in Südtyrol, wo man an der porphyriſchen Kleif auf der Hochterraſſe Eppan nicht bloß gut ausgeprägte Gletſcherſchliffe, ſondern auch noch die Reſte alter Moränen findet.

Es giebt indeſſen auch Gletſcher, welche ſich erſt ſeit Menſchengedenken gebildet haben und zum Theil noch jetzt in ihrer Ausbildung begriffen ſind, ſo der Gletſcher unter dem Galenhorn im Saaßthale ſeit 1811; der Rothelchgletſcher am Simplon ſeit 1732; das Dreckgletſcherli am Faulhorn, der blaue Schnee am Säntis und das Karl-Eisfeld im öſterreichiſchen Salzkammergute — lauter Gletſcher, welche noch in ihrer Entwickelung begriffen ſind.

§. 77. **Hauptlagerorte der Gletſcher.** — Je nach ihren Ablagerungsorten zerfallen die Gletſcher in zwei Hauptgruppen. Die eine dieſer Gruppen umfaßt die Polargletſcher, jene rieſenhaften Eisſtröme, welche aus den Thälern nordſkandinaviſcher und anderer hochnordiſcher Gebirge hervorquellend dem Geſtade des Meeres zugleiten, in deſſen Schooße ſie ihre Endmoräne vergraben, während ihre in die Meereswogen vordrängenden Eisſchichten ſelbſt von den Salzfluthen gehoben, theilweiſe zerſchellt und ſammt den auf ihrem Rücken ruhenden Felsblöcken oft in weite Fernen, ja bis in die tropiſchen Gegenden des Oceans getragen werden.

Nach Froriep's Notizen XXII. 106 hat man ſolche Eisſchollen, welche vom Nordpole kamen, noch beim 43. Grade nördl. Breite ſchwimmend auf dem Ocean getroffen. Aehnliches theilt Lyell in ſeiner Reiſe durch Nordamerika mit.

Die zweite Gruppe umfaßt die Alpen- oder Hochgebirgsgletſcher. Dieſe entſpringen aus den Firnmeeren, vorherrſchend in einer Höhe von 7600′ bis 8000′ an der Nordſeite der Alpen, oder bei 9000′ bis 10000′ an der Südſeite der Alpen, haben ihre Hauptlagerſtätte auf den breiten, ſchief abfallenden, Plateaus oder in den Hochthälern der Alpen, und ſenden von da aus Ströme in die Thäler, welche von den Seiten dieſer Hochplateaus nach den tieferen Gegenden hin niederwärts ziehen. Bisweilen zeigen ſie ſich aber auch in niederen Thälern der Alpen da, wo die Sonne nicht hingelangen und die daſelbſt während des Winters aufgehäuften Schnee- und Lawinenmaſſen ganz wegſchmelzen kann. — Die untere Verbreitungsgrenze dieſer Gletſchermeere iſt verſchieden. Nur im Allgemeinen möchte dieſelbe in den Alpen bei 5700 Fuß oder bei der Höhen-Iſotherme von + 5° C. zu ſuchen ſein.

a. In den Schweizer und Weſtſavoyiſchen Alpen geht im Allgemeinen die untere Grenze weiter thalabwärts als in den Tyroler und Salzburger Alpen.

Der Glacier des Bois im Chamounythale zieht bis 3290 Fuß und der untere Grindelwaldgletſcher bis 3135 Fuß herab.

b. In der tropiſchen und Aequatorialzone liegt das Gletſchergebiet überhaupt viele 1000 Fuß höher als in den Alpen Europas. Der am

tiefſten herabziehende Gletſcher der ſüdamerikaniſchen Anden liegt am Illimani und erreicht ſeine untere Grenze bei 16,340 Fuß. §. 77.

c. In Norwegen dagegen ziehen Gletſcher bis 800 Fuß herab, und im ſüdlichen Lappland, Island, Spitzbergen und Grönland ſtürzen ſie ſich, wie oben ſchon bemerkt, ins Meer.

d. Studer theilt die Alpengletſcher nach ihren Lagerorten ein:
in Firngletſcher, welche größtentheils vom Firn bedeckt ſind;
in Thalgletſcher, welche in Thalgründen liegen, die ſich aus der Firnregion in die Tiefe ziehen;
in Hochgletſcher, welche auf den Gebirgsjochen wagerecht lagern und an beiden Seiten derſelben herabziehen.

α. Hochgebirgsgletſcher.

1) Die Gletſchermeere der Alpen lagern vorherrſchend auf den aus Glimmerſchiefer, Gneiß und Urthonſchiefer beſtehenden Plateaus der Centralalpenketten, ſo namentlich auf den Penniniſchen Alpen, den Tyroler Alpen und auf dem Hohen Tauern. In dem Alpengebiete der mittleren und nordöſtlichen Schweiz nehmen ſie auch auf jüngeren Kalk- und Schiefergebilden gewaltige Räume ein; dagegen verſchwinden ſie, wenn man einige 20 verhältnißmäßig unbedeutende und einen Flächenraum von kaum einer halben Quadratmeile einnehmende, vergletſcherte Schneefelder — z. B. an der Zugſpitze, am Watzmann und am Karleisfelde — ausnimmt, faſt ganz in dem gewaltigen Zuge der ſteil anſteigenden nördlichen deutſchen Kalkalpen. — Die wichtigſten Gletſchermeere ſind etwa folgende:

a. in den Weſtalpen: die Eismeere des Montblanc, des Monte Roſa, des Finſteraarhorngebirges, der Adulagruppe und des Berninaſtockes.

Unter dieſen erſcheinen die Gletſcher des Monte Roſa am wildeſten und großartigſten; die des Finſteraarhorns am ausgedehnteſten, indem ſie nach Studer einen Flächenraum von etwa 60 Quadratmeilen einnehmen (Aletſch-, Unteraar- und namentlich Roſenlanigletſcher). Die des Berninaſtockes, welche zum Theil noch unerforſcht liegen, ſind ebenſo großartig (z. B. Morteratſch und Roſeggletſcher mit ſeiner mitten im Eiſe liegenden blumenreichen Oaſe.) — Außer den genannten zählt die Schweiz noch eine große Menge kleinerer Gletſcher auf. Nach Ebel ſollen ihrer überhaupt 400 ſein.

b. in den Oſtalpen (Tyroler und Salzburger Alpen): Die gewaltigen Eismeere des Ortles und Zebru in ſchauererregender Wildniß, des Oetzthales, des Liſenz, des Hohen Tauern, unter denen die des Venedigers, Großglockners und Ankogels am meiſten durch ihre Größe hervorragen.

Unter ihnen zeigen ſich am intereſſanteſten die Gletſcher des Ortles (Suldener Ferner), des Oetz- und Stubaythales (ſo der 35,750 Fuß lange Gepaatſch-, Gurgler- und Vernagtferner) und des Großglockners mit der merkwürdigen, 32,000 Fuß langen, Paſterze.

Das öſtlichſte bedeutende Eismeer lagert wohl am Ankogel und das ſüdlichſte an der Vedretta marmolata in den Trientiner Alpen.

§. 77. 2) Die Gletſcher der Pyrenäen ſind im Verhältniſſe zu den Alpengletſchern nur von untergeordneter Bedeutung. Nach Charpentier (Essai sur la constitution géograph. des Pyrénées. Paris 1823) lagern nur in den höchſten Theilen des Gebirges zwiſchen den Thälern der Garonne und dem Val d'Oſſone an den Nordgehängen der Hochberge mehr oder weniger ausgedehnte Gletſcherfelder. In dieſen Theilen bildet die wenig entwickelte Eismaſſe, den Kämmen folgend, eine ungleich herabreichende Bekleidung des Abhanges, die nach ihrer horizontalen Ausbreitung einen oft bedeutenden Raum bedeckt, dagegen an den Abhängen des Gebirges nirgends ſo weit herabreicht, daß ſie die bewohnten und vom Menſchen cultivirten Hochthäler berührt. „Ueberhaupt erſcheinen die Pyrenäen-Gletſcher nicht als die vorgeſchobenen Ausläufer einer ausgedehnten Schnee- und Eisbedeckung des Gebirges, ſondern als eine zuſammenhängende Reihe ſecundärer Hänge-Gletſcher."

Die ſechs wichtigſten dieſer Gletſcher ſind:

der Malabetta-Gletſcher, oben im Eſſera-Thale, mit einer Breiten-Ausdehnung von 11,700 Meter und einer Tiefen-Erſtreckung bis 2286 Meter, d. i. bis 487 Meter über der Sohle des Eſſera-Thales (Spanien);

der Gletſcher von Cabrioules, im Hintergrunde des kleinen Vallée de Lys (Frankreich);

der Glacier des M. Perdu, im Grunde des Thales Béouſſee (Spanien);

der Glacier de la Brèche de Roland, im Barègethale (Frankreich);

der Glacier de Vignemale, oben im Thale d'Oſſone (Frankr.);

der Glacier de Néouville, zwiſchen dem Barègethale und dem Thale d'Aure (Frankreich).

3) Außereuropäiſche Hochgebirgsgletſcher. — In Aſien tragen, ſo viel bis jetzt bekannt iſt, nur der Kaukaſus und der mächtige Rieſenwall des Himalaya wahre Gletſcherfelder. — An dem erſtgenannten dieſer beiden Hochgebirge trägt nach Kolenati der Kasbeck 3 permanente und 5 periodiſche Gletſcher. Er rechnet

zu den permanenten Gletſchern:

a. den Desdaroki-Gl., welcher nach Nordoſt in eine tiefe Schlucht ſtürzt und ſich bis auf 5934 Par. Fuß abwärts erſtreckt;
b. den Ziklurgi-Gl., welcher bis 8940 Par. Fuß herabzieht;
c. den Tſchehari-Gl., welcher bis 8760 Par. Fuß reicht.

zu den periodiſchen Gletſchern:

a. den Giſal-Gl.;
b. den Neben-Tſchehari-Gl.;
c. den erſten Zminda-Nino-Gl.;
d. den zweiten Zminda-Nino-Gl.;
e. den dritten Zminda-Nino-Gl., welcher ebenſo wie der erſte Nino-Gl. nach Südoſt geht und bis auf 9000 Par. Fuß herabreicht.

Auf dem Himalayagebirge bildet zunächſt auf dem Kumaon und Garhwal-Himalaya der ewige Schnee einen ausgedehnten, faſt ununterbrochenen Gürtel, von deſſen ſüdlichem wie nördlichem Abfalle zahlreiche Gletſcher oft von ungeheurer Größe bis zu 10,700 Fuß Tiefe herabziehen. Die beiden am meiſten gekannten derſelben ſind die in der Nähe des 24,000 Par. Fuß hohen Nanda Dewi gele-

genen, der Kuphinie und der Pindargletſcher. — Weiterhin erſcheinen §. 77.
im weſtlichen Tibet zahlreiche Gletſcher im ganzen Gebiete des Schajok-Fluſſes, welche etwa bis 11,000 Par. Fuß weit herabreichen. — Endlich befinden ſich im Gebiete des Sikkim zahlreiche, oft koloſſale Gletſcher, welche bis 14,000 Par. Fuß weit herabziehen, ſo am Berge Nango, am Kintſchindjanga, am Kintſchindſchow, am Donkin u. ſ. w.

Unter den Gletſchern im tropiſchen Amerika, welches nach v. Humboldt nur wenig zur Gletſcherbildung geeignet iſt, erwähnt Acoſta einen, welcher von dem 17,000 Par. Fuß hohen Gipfel der Sierra Nevada de Santa Maria bis unter 14,430 Par. Fuß herabſteigt; und von den Vulcanen Mexikos trägt der 14,729 Par. Fuß hohe Izaccihuatl mehrere Gletſcher, ſowie auch an dem 16,300 Par. Fuß hohen Pik von Orizaba ein bis 12,360 Par. Fuß herabziehender Gletſcher, der El Corte, bemerkt wird. — In Neuſeeland endlich tragen nur die ſüdlichen Alpenketten Gletſcher.

β. Polargletſcher.

Im Norden Europas ſind es zunächſt Skandinavien und Island, welche von den weit ausgedehnten Schneefeldern ihrer Gebirgsplateaus mächtige Gletſcherſtröme durch Thäler und Schluchten oft bis zum Meeresſtrande hin ſenden.

1) Was zunächſt die Gletſcher Skandinaviens betrifft, ſo gehören ſie hauptſächlich den Gegenden Norwegens zwiſchen dem 60° und 70° nördl. Breite an. Sie ſind nach den Beobachtungen von Prof. Forbes im Allgemeinen nicht von ſo gewaltiger Ausdehnung als die in den Hochthälern der Alpenwelt. „Selbſt der größte Gletſcher Norwegens, der Lodalgletſcher, hat nach ungefährer Schätzung nur ein Siebentel der Fläche, welche der Aletſchgletſcher bedeckt.“ Die wichtigſten dieſer Gletſcher ſind nach Forbes folgende:

Im 60° nördl. Breite ziehen von dem Schneefelde des Folgefonds mehrere Gletſcherſtröme ab, von denen der Gletſcher von Buer und der von Bondhuus die großartigſten ſind und faſt bis 1000 Fuß über dem Meere herabreichen.

Im 61° 5′ nördl. Breite bilden die Juſtedal-Braeen die bedeutendſten Schneefelder Norwegens. Von ihrem ſüdlichen Abhange ziehen mehrere gewaltige Gletſcher — ſo die Gletſcher von Fjaerland, Kron, Berſet, Nygaard, Faabergſtol, Frangedal und Lodal — herab, unter denen der von Lodal $5\frac{1}{2}$ engl. Meilen groß, 700—800 Meter breit und der mächtigſte von ganz Norwegen iſt. — Auch das Sogne-Fjeld beſitzt zahlreiche Gletſcher.

Im 62° 3′ nördl. Br. ſendet der 7056 Par. Fuß hohe Schneehättan einen kleinen Gletſcher in einen See. Dagegen gießen die nördlich von Juſtedal im 66° und 67° nördl. Br. gelegenen Fondalen bei Holands-Fjörd und Mel-Fjörd bedeutende Gletſcherſtröme in das Meer hinein.

Im 70° 1′ nördl. Br. ſteigt vom Sulitelma ein großer Gletſcher ſüdwärts zum See Piskijaur hinunter. Ebenſo umfaßt der zur Gruppe des Sulitelma gehörige, 5200 Fuß hohe Almajalos mehrere Gletſcher.

Endlich ſendet im 70° 2′ nördl. Br. das Jökuls-Fjeld auf wenigſtens drei Seiten Gletſcher aus, welche ſich alle dem Meere mehr oder weniger nähern.

§. 77. 2) Was ferner die Gletſcher Islands betrifft, ſo haben ſie nach Sartorius v. Waltershauſen über der Schneelinie, welche ſich immer noch faſt auf 4000 Par. Fuß hält, eine Ausdehnung von etwa 200 Quadratmeilen und gehen oft bis in das Meer hinein. „Die ausgedehnteſten Schnee- und Eisfelder, der Klofa- und Vatna-Jökull nehmen den Südoſt, die gleichfalls ſehr bedeutenden Lange- und Hof-Jökull das innere Hochland der Inſel ein.“

Auf Spitzbergen ſind die meiſten Buchten in ihrem Hintergrunde mit Gletſchern angefüllt, die von 4000 Fuß hohen Bergen des Innenlandes herabſteigen. So finden ſich z. B. im Bellſunde neben mehreren kleineren zwei große Gletſcher, deren längſter gegen 50,000 Fuß lang und 16,300 Fuß breit iſt.

Die Eismeere Grönlands ſind die größten aller Eismeere. Einer der größten Gletſcher Weſtgrönlands iſt der im 70° 21′ nördl. Br. liegende Humboldtgletſcher, welcher an ſeinem Ende 9 deutſche Meilen breit und gegen 600 Fuß mächtig iſt. Der etwas ſüdlich von Gotthaab an der Weſtküſte Grönlands gelegene Eisblick bildet mit ſeinem unteren Ende an der Küſte ein beinahe eine halbe Meile breites Vorgebirge, ohne daß man bei der ſanften Neigung des Eiſes die Grenze zwiſchen Gletſcher und Meer deutlich erkennen könnte. — Nach Dr. Rink beginnt auf Grönland „etwa 2 Meilen von der Küſte entfernt der Saum der großen Eisdecke, welche Inner-Grönland gänzlich bedeckt und verbirgt, gegen die Küſte hin eine durchſchnittliche Höhe von 2000 Fuß beſitzt und nach Oſten allmählich etwa bis 4000 Fuß Höhe anſteigt.“ Von dieſem Eisplateau gehen hauptſächlich 5 mächtige Eisſtröme ins Meer, deren jeder nach Dr. Rink alljährlich wenigſtens 1000 Millionen Kubik-Ellen Eisblöcke dem Meere zuführt und die Baffins-Bai mit den zahlreichen — oft an 1000 Fuß hohen und an mehreren 1000 Fuß im Umfange haltenden — ſchwimmenden Eisbergen verſieht.

„Nach Dr. Rink werden von dieſen Gletſcherſtrömen Platten von 1000 Fuß Dicke auf den Meeresgrund des Fjords hinabgeſchoben, und die Bewegung ſetzt ſich im Anfange unverändert über den Meeresgrund fort, bis der Außenrand eine Tiefe erreicht, in welcher das Waſſer ihn zu heben beginnt; aber noch behält das Eis ſeinen Zuſammenhang bei und rückt, vom Meere getragen, vor, bis irgend ein äußerer Umſtand den Zuſammenhang aufhebt. Dann wird deſſen innerſter Theil zerbrochen und giebt dadurch die frei ſchwimmenden Eisfjelde ab. Dieſe Wirkung ſetzt das Meer bis in einen Abſtand von 4 Meilen und darüber in Bewegung.“

Im ſüdlichſten Theile Südamerikas endlich gehen viele Gletſcher bis in das Meer hinein, ſo daß faſt jeder tief in das höhere Land eingreifende Meeresarm in einen Gletſcher endigt, ſo namentlich in Tierra del Fuego. — In Eyre's Sund ſind ungeheure Gletſcher, von denen Darwin auf einmal wenigſtens 50 Eisberge ins offene Meer hinausgehen ſah.

Bemerkung: Zur Angabe der Hauptlagerorte der Gletſcher benutzte der Verfaſſer vor allem Petermann's Mittheilungen auf dem Geſammtgebiete der Geographie, 1855, III. und VII. Heft (in welchen der Verfaſſer einen gediegenen Auszug aus Forbes' Naturg. Norwegens giebt); zur Beſchreibung des Gletſchereiſes dagegen wurden vorzüglich benutzt: Aggaſſiz (Unterſuchungen über die Gletſcher, 1841), de Charpentier (Essai sur los Glaciers ꝛc.), Hugi (naturhiſtor. Alpenreiſe, 1830), Forbes (Travels in the Alps of Savoy ꝛc.), Herm. u. Ad. Schlagintweit (phyſikal. Geogr. der Alpen), Studer (Geologie der Alpen), v. Hochſtetter (Die Erde nach ihrer Zuſammenſetzung, ihrem Bau und ihrer Bildung, Prag 1875)

Geologiſche Bedeutung der Gletſcher. — Die Eismeere mit ihren §. 78.
Gletſcherſtrömen üben einen großen Einfluß nicht bloß auf die klimatiſchen Verhältniſſe und durch dieſe auf die Pflanzen- und Thierwelt ihrer näheren Umgebung, ſondern auch auf die Veränderungen der Erdoberfläche aus, indem ſie einerſeits bedeutende Maſſen derſelben zerſtören und andererſeits durch den auf dieſe Weiſe erhaltenen Schutt das Material zur Bildung neuer Landesmaſſen liefern.

Die für den Menſchen kaum oder nicht erreichbaren oder unter dem ewigen Schnee vergrabenen Regionen der Hochgebirge würden ihrer petrographiſchen Zuſammenſetzung nach dem Forſcher gar oft unbekannt bleiben und ebenſo für die Fortentwickelung der Erdrinde ein zwar wohlgefülltes, aber — in Folge ihrer für die Verwitterungspotenzen unzugänglichen Subſtanzen — unbenutzbares Geſteinsmagazin bilden, wenn ihre Felsmaſſen nicht durch das Eis in Trümmer zerſprengt würden, welche dann durch die Gletſcherſtröme aus ihren unnahbaren Regionen entfernt und in tiefer gelegene Gegenden transportirt würden. Aber die Gletſcherſtröme ſelbſt zermalmen auch die von ihnen gepreßten Felsmaſſen ihres Strombettes zu feinem Sand, welchen dann das Eisſchmelzwaſſer weiter ſchwemmt und den Flüſſen zum Transport und zur weiteren Verbreitung übergiebt.

Während anhaltend heißer Sommer ſchmilzt während des Tages der Firn auch der höchſten Gebirgsgipfel wenigſtens oberflächlich. Das hierdurch entſtehende Schmelzwaſſer ſintert in die Spalten der in der Regel ſtark aufgerichteten Geſteinsmaſſen und erſtarrt dann während der Nacht zu Eis. Durch immer wiederkehrendes Aufthauen und Gefrieren dieſes Waſſers werden dann die fortwährend aus einander gezwängten Felsmaſſen der Hochgipfel zerriſſen. Ihre Trümmer ſtürzen auf den locker liegenden Firnſchnee der Gipfelabhänge, treiben dieſen zur Bildung einer Lawine und gelangen dann durch dieſe auf die am Fuße der Hochgipfel gelegenen Gletſcherſtröme, welche ſie dann weiter transportiren, bis ſie zum unteren Ende des Gletſchers gelangen und hier die Grenzmoräne aufhäufen. Während aber in dieſer Weiſe der Gletſcher die auf ſeiner Oberfläche liegenden Felstrümmer transportirt, zermalmt die untere Eislage deſſelben alle die aus ſeiner Stromrinne hervorragenden Geſteinstheile zu grobem Sand, welcher dann mit der Unterfläche des Gletſchereiſes feſt zuſammenſchmilzt, wodurch dieſe rauh wie eine Feile wird. Mit dieſer, ſich ſelbſt geſchaffenen, Feile nun zerreibt die vorwärts gleitende Gletſcher-Unterfläche ihre Felsſohle in der Weiſe, daß ſie, nach dem früher ſchon Mitgetheilten, in der Richtung des Gletſcherſtromes parallel gerieft, polirt und geſchliffen wird. Der nun hierdurch entſtandene, feine Sand, welcher indeſſen noch deutlich die Mineralgemengtheile der zerriebenen Geſteinsſohle des Gletſcherſtromes bemerken läßt, wird vom Schmelzwaſſer, welches auf

§. 78. der Gletscherſohle ſtets in reichlicher Menge vorhanden iſt, fortgeſchwemmt nach dem unteren Ende des Gletſchers und iſt die hauptſächliche Urſache von der trübgrauen, faſt Seifenbrühe ähnlichen, Farbe des Gletſcherwaſſers. Das auf dieſe Weiſe aus dem Gletſcher hervortretende Waſſer ſetzt nun ſeinen Sandgehalt entweder ſchon vor dem Fuße des Gletſchers ab, wenn der daſelbſt befindliche Raum (— der ſogenannte Gletſcherboden —) wagerecht und durch eine Moräne mehr oder weniger abgeſperrt iſt, ſo daß ſich hierdurch eine immer höher werdende, von zahlreichen Gletſcherwaſſerbächen aderförmig durchzogene Sandablagerung bildet, welche zum Theil auch die Zwiſchenräume der Moränenblöcke ausfüllt und ſo eine Art Conglomerat ſchafft, deſſen Bindemittel bei der Verwitterung des Sandes lehmig wird. Oder die Gletſcherbäche fluthen ihn weiter und ſetzen ihn dann theils in ihrem eigenen Bette, theils auf ihren Uferländereien, theils auch in Seebecken, in welche ſie ſich ergießen, ab; oder endlich übergeben ſie ihn den Fließgewäſſern, in welche ſie eintreten.

Welche große Mengen Sandes in der eben angegebenen Weiſe die Gletſcherbäche mit ſich führen und abſetzen, kann man außerordentlich gut im Oberengadin beobachten. Jeder von den Berninagletſchern abfließende Gletſcherbach iſt reich an Sand und bildet zunächſt am Fuße ſeines Gletſchers einen großen Gletſcherboden. Am maſſigſten iſt dieſe Sandablagerung am Fuße des Roſeggletſchers. Sodann aber bilden ſich alle Sommer mächtige Sandablagerungen in den, an Blöcken und Geröllen reichen, Betten der Flüſſe ſelbſt, ſo namentlich im Flatzbache, ſo daß ſich die Fließrinne alljährlich ändert. Die ganze Thalſohle des vom Flatz- und Roſegbache durchzogenen Theiles des Oberengadin beſteht bis zu einer Tiefe von 10 bis 12 Fuß nur aus Blöcken und Gletſcherſand. Der früher ein einziges Becken füllende Innſee erſcheint gegenwärtig durch den Geſteinsſchutt des vom Fexgletſcher kommenden Baches (Inn) in den Silſer und Silvaplaner See abgetheilt; die zwiſchen ihnen gegenwärtig liegende Landenge iſt ſo breit, daß zwei Dörfchen — Santa Maria und Sils — auf ihr Platz haben.

Auf die eben angegebene Weiſe ſchaffen alſo die Gletſcher alljährlich eine große Menge von Landbildungsmaterial, welches ſie durch ihre eigenen Schmelzwaſſer weiter transportiren und vertheilen laſſen. Aber, was die Gletſcher noch in der Gegenwart thun, das haben ſie auch ſchon in der Vergangenheit und ſo lange gethan, als ſie auf der Erdoberfläche exiſtiren. Ja, man darf annehmen, daß, wenn ein Landesgebiet, zumal wenn es am Fuße von Gletſchergebirgen liegt, in ſeiner Hauptmaſſe aus feinem Sand von Mineralien beſteht, welche auch als Gemengtheile von den in der Maſſe des Sandes eingebetteten Blöcken auftreten, dieſes Gebiet ſein Bildungsmaterial wahrſcheinlich durch Gletſcherbäche erhalten hat.

Was die Gebirgsgletſcher des Binnenlandes thun, das thun auch die Gletſcher der Polarländer. Wenn nun die Gletſchermaſſen dieſer Länder in den Ocean fließen und dann von demſelben ſammt dem auf ihnen ſitzenden oder in ihre Maſſe eingewachſenen Felsſchutte fortgefluthet werden, dann ſetzen ſie ihren Schutt auf dem Grunde des Oceans ab und ſchaffen hierdurch das Material, welches einerſeits unterſeeiſche Sandbänke bildet

und andererseits von den Strömungen und Wellen des Meeres bis an die oft fern gelegenen Gestade der Flachländer getrieben und hier dann zur Bildung von Inseln, Dünen und Flugsandanhäufungen verwendet wird.

Nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen stammen die sogenannten erratischen Blöcke des norddeutschen Tieflandes hauptsächlich von Skandinavien und Finnland ab und sind durch schwimmende Eisinseln aus den genannten Ländern an ihre jetzigen Lagerstätten gelangt. Wie nun aber diese Eisinseln Felsblöcke transportirt haben, so können sie auch die Sandmassen, welche das Diluvialgebiet des norddeutschen Tieflandes massenhaft bedecken, an ihre jetzigen Ablagerungsorte gefluthet haben, zumal da die Körner dieses Sandes an vielen Stellen aus denselben Mineralarten bestehen, welche in den Blöcken auch als Gemengtheile auftreten.

Noch leichter wird die Erklärung dieser norddeutschen Diluvialgebilde durch die Annahme, daß ehedem die Skandinavischen Gletscher bis nach Deutschland und Rußland reichten. In diesem Falle würden dann die Blöcke als alte Moränenreste und die Sandablagerungen als alte Gletscherbodenmassen zu betrachten sein. (?)

Endlich haben auch die Gletscherblöcke, Moränen und Gletscherschliffe noch eine besondere Bedeutung für die Frage: Nehmen die gegenwärtigen Gletscher an Umfang zu oder ab? Man findet innerhalb und außerhalb der Alpen und anderer Hochgebirge, ja selbst niederer Gebirge, an vielen Orten, wo jetzt gar keine Spur von Gletschern mehr zu finden ist — z. B. im Jura, in der Umgebung von Zürich und Luzern, in Südtyrol auf der Terrasse von Eppan u. s. w. — nicht bloß Blöcke, sondern auch Felsflächen mit ausgesprochener Gletscherstreifung und dabei bisweilen auch die früher schon beschriebenen Riesentöpfe, (z. B. bei Luzern), welche ganz das Ansehen von ehemaligen Gletscherbrunnen haben. Da nun, wo man diese Denkmäler der Gletscherthätigkeit findet, müssen früher auch wirklich Gletscher vorhanden gewesen sein. Es haben demnach die Gletscher der Alpen ehedem einen viel größeren Landesraum eingenommen, als es in der Jetztzeit noch der Fall ist und sind auch an vielen Orten der Alpen noch gegenwärtig im Rückzuge begriffen, wie die Moränenwälle beweisen, welche gegenwärtig, weit vom unteren Gletscherende und Gletscherboden entfernt, oft mitten im Gebiete von Wiesen, Aeckern und selbst von Wäldern (z. B. im Rosegthale des Oberengadin) auftreten.

Rückblick auf die Schöpfungen des Wassers.

§. 79. **Schöpfungsagentien im Allgemeinen.** — Zwei mächtige Agentien sind es, welche einerseits alle Massen der Erdrinde geschaffen haben und noch fortwährend erzeugen und andererseits alle Veränderungen sowohl in den Bildungssubstanzen dieser Massen, als auch in der Gestaltung der Außenfläche des Erdkörpers hervorrufen. Das eine dieser Schöpfungsagentien wirkt und schafft heimlich und unbeobachtbar in dem, für den Menschen unzugänglichen, Schooße des Erdkörpers und drängt von Zeit zu Zeit die Producte seiner Thätigkeit mit gewaltiger, alle Hemmnisse durchbrechender, Gewalt an die Oberfläche des Erdkörpers; es wirkt demnach von Innen nach Außen. Das andere Schöpfungsagens dagegen

§. 79. wirkt meist offen und für den Menschen beobachtbar zunächst auf diejenigen Massen ein, welche die Außenfläche des Erdkörpers bilden, dann aber dringt es auch durch alle Lücken, Risse und Spalten in das Innere des letzteren ein und wirkt theils durch seine Masse allein, theils durch die in ihr aufgelösten Substanzen mannichfach verändernd und umwandelnd auf die von ihm berieselten und durchsinterten Erdrindemassen ein, so daß von ihm gar manche der vorhandenen Massen zerstört, aber auch neue geschaffen werden; es wirkt also von Außen nach Innen, ja, es ist sogar wahrscheinlich, daß es auf seinem Zuge durch das Erdinnere mit allen den in ihm aufgelösten oder fein zertheilten Substanzen bis in das heiße Innere des Erdkörpers gelangt und hier in dem Laboratorium der erstgenannten Potenz diese letztere in ihrem Schaffen unterstützt.

Das erste der eben angedeuteten Schöpfungsagentien ist der Vulcanismus: er schafft in seinem Laboratorium das Material, welches dann vom zweiten Agens, vom Wasser, verarbeitet wird. Dem gemäß verhält sich die Schöpfungsthätigkeit des Vulcanismus zur Thätigkeit des Wassers wie das schaffende Element zum umwandelnden und das Geschaffene ordnendem. Das vulcanische Agens präparirt das Bildungsmaterial der Erdrinde, aber es drängt dasselbe wild und ordnungslos an die Erdoberfläche; das Wasser dagegen bemächtigt sich dann der emporgeschleuderten Vulcanenmassen, wandelt sie um und ordnet und vertheilt sie so auf der Erdoberfläche, daß diese dadurch zum bleibenden Wohnsitze des Pflanzen- und Thierreiches werden kann. Ja es ist sogar nicht unwahrscheinlich, daß selbst das vulcanische Agens erst mit Hülfe des Wassers aus den Elementarstoffen des Erdinnern die Mineralsubstanzen schafft, welche es dann später — und zwar wieder mit Hülfe des Wassers — an die Oberfläche der Erde emportreibt; denn soweit Beobachtung und Erfahrung in dieser Beziehung einen Schluß zu ziehen gestatten, so muß Wasser, — und zwar Wasser mit mineralischen und organischen Substanzen beladen, sowie es namentlich das Meer gewähren kann — zum Heerde der Vulcane gelangen und auf die daselbst im Schmelzen begriffenen Mineralstoffe einwirken. Wenigstens sprechen für diese Einwirkung des Wassers zunächst die ausgeworfenen Steinschmelze selbst, welche alle Wasser gebunden enthalten, und nur unter dem Einflusse des gewaltigen Druckes, den bis zur Weißglühhitze erhitzte Wasserdämpfe auf sie ausüben, in einen solch' dünnflüssigen Zustand gerathen können, wie sie ihn beim Ausfließen aus dem vulcanischen Krater zeigen; sodann die mancherlei Säuren, — wie Salzsäure, schwefelige Säure, Kohlensäure und Schwefelwasserstoff, — und Gase (— wie Wasserstoff, Kohlenwasserstoff und Schwefelkohlenstoff —), welche mit dem aufsteigenden Wasserdampfe gemengt sind; ferner die Salze (— so namentlich Koch-, Glauber- und Bittersalz, Gyps, Sylvin, Eisenchlorid —), welche sich an den Wänden des Kraters absetzen, sobald der sie gelöst haltende vulcanische Wasserdampf sich verdichtet, und nur unter dem Einflusse von Meerwasser entstanden sein können; endlich aber die vulcanische Eruption selbst, welche ja nur durch die gewaltige Kraft des sich in Freiheit setzenden Wasserdampfes herbeigeführt und in der Regel auch von heftigen Regengüssen begleitet wird.

So iſt denn das Waſſer bei allen Veränderungen, welche der Erdkörper erleidet, und bei allen Umwandlungen, welche an den Beſtandtheilen und Formen ſeiner Bildungsmaſſen vor ſich gehen, theils das einleitende oder ausführende, theils das ordnende und ausgleichende Schöpfungsmittel.

Wirkungskreis des Waſſers. — Damit nun aber das Waſſer alle, §. 80.
die ihm im Haushalte der Natur anvertrauten, Verrichtungen auszuführen vermag, muß es zunächſt ſeine Sammelplätze haben, von denen aus es ohne Unterbrechung wirken kann, ſodann die Eigenſchaft beſitzen, unter den verſchiedenſten Aggregatzuſtänden auftreten zu können, und endlich mit dem Vermögen begabt ſein, Mineralſubſtanzen theils zur Aufnahme von Umwandlungsſtoffen vorzubereiten, theils zu löſen, theils zu ſchlämmen oder zu rollen, theils mechaniſch zu zertrümmern.

1) Das Waſſer hat dreierlei Sammelplätze: einen über dem Erdkörper, in der Atmoſphäre, einen zweiten auf der Oberfläche der Erde, in den Fließ- und Stehgewäſſern, und einen im Innern der Erdrinde, in den Spalten und Höhlungen der Erdrindemaſſen. Unter dieſen drei Sammelplätzen bildet die Atmoſphäre die Geburtsſtätte und auch die eigentliche Heimath allen Waſſers, in welche das letztere immer wieder zurückkehrt, wenn es ſein Werk auf und in der Erde vollbracht hat. Und damit das atmoſphäriſche Waſſer überall hin gelangen kann, bildet die Atmoſphäre rings um die ganze Erdkugel eine zuſammenhängende Hülle, welche ſogar auch mit ihren gasförmigen Beſtandtheilen in alle Lücken der Erdrinde eindringt.

2) Das Waſſer hat aber, wie oben ſchon angedeutet worden iſt, ſehr verſchiedene Arbeiten an den Maſſen der Erdrinde zu vollbringen. Damit es nun alle Arbeiten in der rechten Weiſe und in dem rechten Maße ausführen kann, iſt es nothwendig, daß es in allen möglichen Aggregatzuſtänden, alſo als gasförmiger, als tropfbar-flüſſiger und auch als feſter Körper auftreten kann.

3) In ſeinem gas- oder dunſtförmigen Zuſtande leitet es die Umwandlung, Verwitterung und Zerſetzung der feſten Erdrindemaſſen ein, indem es mit Sauerſtoff und Kohlenſäure beladen durch alle — in Folge des immer wiederkehrenden Temperaturwechſels entſtandenen — Riſſe in das Innere der Mineralien bis zu deren kleinſten Maſſetheilen dringt, dieſe hydratiſirt, erweicht und für die Aufnahme der von ihm ſelbſt eingeführten Umwandlungsagentien zugänglich macht, dabei aber auch ſelbſt nun in feſte chemiſche Verbindung mit der von ihm ganz durchdrungenen Mineralmaſſe tritt.

4) Hat das dunſtförmige Waſſer ſein Werk vollbracht, dann tritt das tropfbar-flüſſige in Thätigkeit. Dieſes nun geht keine chemiſche, ſondern nur mechaniſche Verbindungen mit den von ihm durchdrungenen Mineralmaſſen ein. Es kann daher ſchon auf mechaniſche Weiſe, ſei es durch einen Waſſer gierigen Körper (— z. B. durch Chlornatrium, ſchwefelſaure Magneſia oder ſelbſt ſchon durch Thon —) oder durch Hitze wieder aus der von ihm durchdrungenen Mineralmaſſe entfernt werden. Indeſſen wirkt es doch in zweierlei Weiſe auf die Mineralmaſſen ein, nemlich

a. entweder *löſend* und *auslaugend* (chemiſch-mechaniſch) und dann wirkt es noch auf die Kryſtalliſirung, Cohärenz und Verhalten gegen das Licht der ſich aus ihm wieder ausſcheidenden Mineralien ein, wie man z. B. beim Gypſe ſehen kann;

b. oder *ſchlämmend* (rein mechaniſch) und dann wirkt es wohl fein zertheilend ein, aber die ſich aus ihm wieder ausſcheidenden Mineraltheile vermögen ſich nicht mehr zu kryſtalliſchen Körpern zu verbinden, wie man z. B. beim Eiſenoxydhydrat und Thon bemerken kann.

Außerdem aber vermag auch das tropfbare Waſſer nicht löſ- und ſchlämmbare Mineralkörper fortzufluthen und durch gegenſeitiges Aneinanderreiben zu feinem, pulverförmigem Sand zu zerreiben.

5) Es vermag nun zwar ſowohl das dunſtförmige, wie das tropfbare Waſſer ſchon alle die an der Oberfläche einer Erdrindemaſſe liegenden Theile anzugreifen und zu zerſetzen oder fortzufluthen, allein dieſes geht nur ſehr langſam und allmählich vor ſich. Viel kräftiger und ſchneller wird ſein Wirken, wenn das, in die ſchon vorhandenen Ritzen und Spalten eingedrungene, Waſſer zu *Eis* erſtarrt; denn durch dieſes wird im Augenblicke ſeiner Entſtehung die vorher vom Waſſer durchdrungene Geſteinsmaſſe in groben und feinen, meiſtens von Riſſen durchzogenen, Felsſchutt umgewandelt, welchen ſowohl das dunſtförmige Waſſer mit ſeinen Zerſetzungsagentien, wie auch das tropfbare Waſſer leichter von allen Seiten her angreifen und zerſtören kann.

Das zu Eis erſtarrende oder zum feſten Körper gewordene Waſſer iſt demnach im Haushalte der Natur dazu beſtimmt, einerſeits die feſte, unzugängliche, Erdrindenmaſſe gewiſſermaßen aufzuſchließen für das Einwirken des dunſtförmigen und tropfbaren Waſſers, andererſeits aber auch ſelbſtſtändig Erdrindemaſſen zu ſchaffen, welche nun ihrerſeits wieder theils die von ihnen umſchloſſenen Geſteinsmaſſen zertrümmern und deren Schutt dahin transportiren, wo durch Luft und Waſſer neues Land geſchaffen werden ſoll, — theils ein nie verſiegendes Magazin für die Bildung von dunſtförmigem und tropfbarem Waſſer bilden. Das aus dem Eiſe entſtehende, wie überhaupt alles tropfbare Waſſer aber muß die durch das Eis oder dunſtförmige Waſſer entſtandenen Schuttmaſſen mechaniſch verarbeiten, ſchlämmen, zerkleinern, rollen und dahinfluthen, wo Lücken auf der Erdoberfläche mit neuem Lande auszufüllen ſind. Sein ganzes Streben iſt mithin darauf gerichtet, den Unterſchied zwiſchen Berg und Thal, zwiſchen Gebirge und Ebene, zwiſchen Hoch- und Tiefland aufzuheben und die ganze Erdoberfläche in eine gleichmäßige Ebene umzuwandeln. Indeſſen all das Material, welches es zu dieſen Arbeiten braucht, ſchafft ihm erſt das feſte und dunſtförmige Waſſer, welches die Zerſetzung der feſten Geſteine und durch dieſe die vom tropfbaren Waſſer löſ-, ſchlämm- und rollbaren Subſtanzen zubereitet. Außerdem aber muß ihm auch das Reich der Organismen durch die Reſte ſeiner Körper noch Landbildungsmaterial liefern. Was nun das Waſſer für Producte ſchafft, das lehrt das Folgende.

§. 81. **Rückblick auf die Schöpfungen des tropfbaren Waſſers.** — Das aus der Atmoſphäre in Tropfen zur Erde niederſtürzende Waſſer bildet, ſobald ſich ſeine Tropfen ſchon während ihres Niederfalles mit einander

zu linienförmigen Fäden oder Strängen verbinden, ein ſtürzendes Fließ- §. 81.
waſſer, welches in ſeinem Auftreten und Wirken einem Waſſerfalle gleicht, welcher aus lauter dicht neben einander fließenden Waſſertropfen-Fäden beſteht und an einer ſenkrechten Wand herabgleitet. Auf der Erdoberfläche angekommen, bildet dieſes als Regen bekannte Atmoſphärenwaſſer nun entweder ein ſtehendes Waſſer, wenn es ſich in einer ſchon vorhandenen oder auch in einer erſt von ihm ſelbſt im Zeitverlaufe gegrabenen Vertiefung der Erdoberfläche anſammelt und ſeinen Ort nicht weiter oder doch nur theilweiſe verläßt, — oder ein fließendes Gewäſſer, wenn es ſich vom Orte ſeines Auffallens gleich weiter bewegt. Dieſe Weiterbewegung kann nun wieder entweder eine untererdiſche oder eine obererdiſche ſein. Im erſten Falle dringt es durch alle Riſſe und Spalten der Erdrinde in das Innere derſelben ein und kommt nach längerem oder kürzerem untererdiſchem Laufe an irgend einer Oeffnung der Erdrinde als Quelle wieder zum Vorſcheine, um nun obererdiſch als Bach oder Fluß ſeinen Lauf weiter fortzuſetzen, oder es gelangt im Innern der Erde in Höhlungen, in denen es nun Höhlenſeen bildet, aus denen es indeſſen im Verlaufe der Zeit durch Ausnagung eines Kanales als Quelle, Bach oder Fluß auch wieder zur Erdoberfläche gelangen kann. Vielleicht auch gelangt es auf ſeinem untererdiſchen Laufe zum Heerde eines Vulcanes und hilft dann dieſem bei der Bereitung ſeiner Eruptionsmaſſen. — Bewegt ſich aber das niederſtürzende Regenwaſſer gleich vom Anfange an auf der Oberfläche der Erde weiter, dann bildet es Rieſel, welche theils von dem Erdboden aufgeſogen werden, theils raſch verdunſtend wieder in die Atmoſphäre zurückkehren, theils den ſchon vorhandenen Fließwaſſern der Erdoberfläche zueilen.

Da nun das Regenwaſſer ein ſtürzend-fließendes Waſſer, ja ſogar die Mutter der bei weitem meiſten fließenden Gewäſſer in und auf der Erde iſt, ſo muß es auch ebenſo wie dieſe letzteren auf die feſten Maſſen der Erdrinde einwirken und ſie hier zerſtören, löſen, ſchlämmen und fortfluthen und dort wieder als neue Erdrindemaſſentheile abſetzen, wenn auch ſeine Wirthſchaftsweiſe in der Regel vom Anfange an nur eine allmähliche, klein anfangende und darum nicht gleich ſo ſtark in die Augen fallende iſt, wie bei den Flüſſen.

Die Producte, welche jedes fließende Gewäſſer aus den Maſſen der Erdrinde erzeugt, ſind nun von doppelter Art: die einen ſind eigentlich negativer Natur und werden dadurch erzeugt, daß Waſſer aus den feſten Theilen der Erdrinde mehr oder minder große Maſſen fortſchafft, ſei es nun, daß es dieſelben löſt und auslaugt, ſei es, daß es dieſelben losſprengt, zermalmt, ſchlämmt und fortſchwemmt. Dieſe Schöpfungen des Waſſers werden Eroſionsproducte genannt. — Die anderen Schöpfungen der Fließgewäſſer dagegen ſind mehr poſitiver Natur und werden dadurch erzeugt, daß das Waſſer diejenigen Maſſen, welche es an der einen Stelle der Erdrinde geraubt hat, an irgend einer anderen Stelle wieder abſetzt; ſie ſind alſo Anfluthungs- oder Alluvialproducte. —

Den fließenden gegenüber ſtehen die ruhenden oder ſtehenden Gewäſſer, welche, wie oben ſchon angedeutet, entweder unmittelbar durch

§. 81. Ansammlung von Regenwasser oder mittelbar durch die fließenden Gewässer in Becken der Erdoberfläche erzeugt werden. Die einen von ihnen haben keine äußerlich wahrnehmbaren Zu- und Abflüsse, die anderen aber haben Zu- und oft auch Abflüsse: die ersten derselben, welche namentlich durch Regenwasser oder auch durch das in die Höhe gequetschte Wasser eingestürzter Erdfälle erzeugt werden, besitzen, zumal in tiefkesselförmigen Becken, scheinbar gar keine Bewegung; sie sind daher *ruhend*, nicht der atmosphärischen Luft zugänglich und eben darum auch nicht oder nur vorübergehend für das Thier- und Pflanzenleben genießbar; ja, die Pflanzenwelt, welche sich an ihren Ufern oder auf ihrer Oberfläche aus schwimmenden Gewächsen entwickelt, geht zu Grunde und vertorft oder verkohlt, sobald sie in ihnen untersinkt. Diese ruhenden Gewässer sind daher die *Geburtsstätten der Torfmoore* und, wenn die Gesteinsmassen, aus denen die Sohle und Wände ihrer Lagerstätten bestehen, mechanisch beigemengtes Eisenoxydhydrat oder Kalk enthalten, *die Bildungsstätten der Wiesenmergel-, Morasterz-* oder *Limonitablagerungen*; dagegen haben sie für die Erzeugung anderer Erdrindemassen nur dann eine Bedeutung, wenn die Wände ihrer Becken aus erweich- und schlämmbaren Gesteinen bestehen, deren Schlamm alsdann theils Zwischenlagen zwischen den in ihnen entstehenden Torflagern darstellt, theils sich mechanisch mit den sich absetzenden Eisenoxydhydrat- oder Kalkmassen mengt und Veranlassung zur Bildung von thonigem Brauneisenerz und Mergel giebt. — Von diesen ruhenden Stehwassern sind zu unterscheiden diejenigen, deren Wassermasse theils durch äußerlich wahrnehmbare Zu- oder Abflüsse oder durch beide zugleich, theils durch innerliche Strömungen von verschiedener Temperatur oder durch Ebbe und Fluth oder durch starke Wellenbildungen fortwährend durch einander gerüttelt und in Folge davon auch bis in ihr Inneres so mit atmosphärischer Luft versorgt wird, daß innerhalb ihres Schooßes noch das Thier- und Pflanzenleben gedeihen kann. Auf ihrem Grunde findet daher auch keine eigentliche Torfbildung statt, wohl aber ist er unter günstigen Verhältnissen der Sitz eines reichen Thierlebens, aus dessen Körperresten das Wasser Erdrindemassen bereiten kann. Ueberhaupt aber sind alle hierher gehörigen Gewässer die Sammelbecken des Schuttes, welchen die in ihnen mündenden Flüsse mit sich führen. Indessen sind unter ihnen wieder *Seen mit süßem* und *Seen mit salzigem* Wasser zu unterscheiden. Zu den ersteren gehören die meisten *Binnenseen*, zu den letzteren aber vor allen das *Meer*.

Unter den *Binnenseen* nun erscheinen diejenigen, welche Zu-, aber *keine oder nur sehr geringe Abflüsse* haben, als Hauptsammelbecken allen Flußschuttes. Indem sich aber der ihnen von den Flüssen zugeführte Schutt immer mehr in ihnen anhäuft, verschlammen sie von den Mündungen ihrer Zuflüsse an immer mehr, bis sie zuletzt so seicht geworden sind, daß sich eine Moor- oder Sumpfpflanzencolonie in ihnen ansiedeln kann, durch welche allmählich der See immer kleiner wird und anfangs ein Wiesentorfmoor, später aber eine Sumpfgrasmatte wird. Anders aber ist es bei denjenigen Binnenseen, welche *starke Zu- und Abflüsse* haben. Wohl wird in ihnen ebenfalls Schutt abgesetzt, aber

nur mehr an ihren beiderſeitigen Ufern, ſo daß ſich mitten durch den See §. 81.
eine Flußrinne offen erhält und aus dem ehemaligen See zuletzt ein Strom mit moſerigen Ufern wird; ja es kann ſogar in dieſem Falle vorkommen, daß ſich entweder gar kein Schutt abſetzt oder, wenn ſich ſolcher abſetzt, er doch von Zeit zu Zeit wieder fortgefluthet wird, wenn das Seebecken eine ſchiefe Sohle beſitzt, ſo daß der daſſelbe durchſtrömende Fluß zumal bei ſtark gewordener Waſſermenge einen ſtarken Fall bekommt.

Das größte und wichtigſte aller ſtehenden Gewäſſer iſt das erdumgürtende Meer. Es iſt ſtehend, inſofern es in einem beſtimmten Becken zuſammengehalten wird, aber nicht ruhend, da das Gleichgewicht ſeiner leicht beweglichen Maſſe theils durch die in ſein Becken einmündenden Flüſſe des Landes, theils durch die immer wiederkehrende Ebbe und Fluth, theils durch die, ſchon bei leiſen Luftſtrömungen ſich entwickelnden, Wellen, theils endlich auch durch die ſeine Maſſe nach verſchiedenen Richtungen hin durchziehenden Strömungen unaufhörlich geſtört wird. Aber eben in dieſer nie aufhörenden Unruhe liegt auch der Grund für alle ſeine landbildenden und landzerſtörenden Thätigkeiten. Mit gewaltiger Wucht nöthigt es die in ſeinen Schooß ſich ergießenden Ströme des Landes, ihren Schutt vor ihren Mündungen abzuſetzen und hier Sandbänke und Inſeln zu ſchaffen; mit der gegen den Strand ſich heranwälzenden Fluth ſeiner Gezeiten ſchafft es aus dem Innern ſeiner Maſſe Landbildungsſchutt auf den flachen, ſich allmählich in das Meeresbett ſenkenden Strand, um hier die fruchtbaren Gebiete der Marſchen zu ſchaffen und dort ſeinen Sand dem Seewinde zum Ausbau der unwirthbaren Dünen und Sandwüſten zu liefern; aber mit ſeinen Wellen frißt es auch große Lücken in die es begrenzenden Länder, ſei es, daß es dieſelben mit ſenkrecht auf ſie heranſtürmender Brandung zerſtampft, ſei es, daß ſie mit ſeitlichem Schleichen dieſelben unterwaſchen, ſo daß ſie in die Tiefe ſtürzen. Indeſſen allen den Landesſchutt, welchen das Meer durch ſeine Fluthen und Wellen erhält, entführt es nicht bis zu großen Tiefen des hohen Oceans, ſondern ſetzt ihn ſchon unter den gewöhnlichen Verhältniſſen in nicht zu großer Entfernung von den Küſten wieder ab. Ganz beſonders gilt dieſes von dem groben Felsſchutt; ihn benutzt die Meereswoge, um theils ein Bollwerk zum Schutze der Landesküſten gegen ſein eigenes Wüthen, theils auf dem Boden ſeines Bettes ein Fundament für neu zu ſchaffendes Land zu bilden. Nur den feinen, leicht ſchlämm- oder ſchwemmbaren, Erd- und Sandſchutt fluthet die Meereswelle oft weit ins offene Meer hinein. — Das auf die eben angegebene Weiſe geſchaffene Landesbildungsmaterial ſetzt nun das Meer in der Nähe der Küſten und überall da, wo Flüſſe münden oder Wellen und Fluth fortwährend ſtörend einwirken, ordnungslos über einander ab, aber weit vom Lande entfernt, in den nicht durch die eben genannten Urſachen geſtörten Tiefen des hohen Oceans, da läßt das Meer ſeinen Schutt ſich ganz allmählich und nach den Geſetzen der Schwere in wagerechten Lagen gleichmäßig abſetzen. Bei dieſem Landbildungsproceſſe in den Tiefen des hohen Meeres jedoch ſind nun die Ströme, welche den Ocean, wie die Flüſſe die Gebiete der Länder, nach verſchiedenen Richtungen, durcheilen, von großer Wichtigkeit: ſie fluthen von den Küſtengegenden den fein zertheilten

§. 81. Erdschlamm in das hohe Meer und füllen mit ihm alle Vertiefungen der Meeressohle aus; sie führen aber auch auf Inseln von Eis aus den höchsten Polargegenden große Felsblöcke in die tropische See, um daselbst den Grundbau zu schaffen, um und auf welchem sich der im Meere niedersinkende Sand- und Erdschlamm festsetzen kann; ja sie sind es, welche auch die Tiefen des Oceans mit Wärme und Luft versorgen, daß das Reich der Thiere in ihm zu gedeihen vermag, aus deren harten Körpertheilen die Meereswoge unterseeisches Land bilden kann.

So ist denn das Meer ununterbrochen thätig im Zertrümmern von altem Lande, aber auch wieder im Schaffen von neuen Landesgebieten. Und so schafft es nicht nur aus zertrümmertem und zusammengeschwemmtem Landesschutte, sondern auch aus abgestorbenen Thierkörpern fort und fort die Anfänge zu neuen Erdtheilen; denn als solche sind doch wohl alle die einzelnen Korallen- und niederen Inselgruppen im großen Oceane zu betrachten, da von ihrer Umgebung aus sich die Schuttabsätze des Meeres immer weiter verbreiten, bis sie alle Meeresräume zwischen diesen Inseln ausgefüllt haben werden. Endlich aber darf auch nicht übersehen werden, daß das Meer auch Gyps, Kochsalz und andere Mineralsubstanzen gelöst enthält, aus denen sich überall da, wo durch den Verdunstungsproceß eine übersättigte Salzsoole entsteht, Niederschläge bilden, welche im Zeitverlaufe zu mächtigen Gyps- und Steinsalzlagern werden.

Ueberſicht der Schöpfungen des Waſſers. §. 82.

...aſſen des Waſſers.		I. in der geſchichtlichen Zeit:	II. in der vorgeſchichtlichen Zeit:
A. ...Waſſer ...t mit ...ner ...nen ...ſſe:	Schnee und Eis.	Durch Schnee und Eis werden gebildet die Region des ewigen Schnees, die Firn- und Eismeere, ſowie deren Abflüſſe, die Gletſcher, welche auf den Gebirgen der gemäßigten Zone in einer Höhe von 7600 Fuß ihren Hauptſitz haben, in der Polarzone aber bis zum Meeresniveau herabziehen. Durch den Transport von Felsſchutt bilden ſie an ihrem unteren Ende die Grenzmoränen. — Außerdem werden die feſten Gebirgsmaſſen durch Eis in Blöcke und Schutt zertrümmert.	In der vorhiſtoriſchen Zeit (— Eiszeit —) war das Gebiet der Gletſcher weit umfangreicher, wie die Gletſcherſchliffe auf Felsflächen, wo jetzt gar keine Gletſcher mehr ſind, und die Ueberreſte von Moränen (z. B. in Südtyrol, in der ebenen Schweiz, im Jura (und auch im norddeutſchen Tieflande [?]) beweiſen.
B. ...Waſſer ...t mit ...e an- ...r Maſ- ...und ...ur:	1. aus den Erdrindemaſſen 1) durch die Verwitterungsagentien (Sauerſtoff, Kohlenſäure, Säuren und Salze).	Die feſten Maſſen der Erdrinde werden von Außen nach Innen in Fels- und Erdſchutt (Blöcke, Gerölle, Grus, Sand und Erdkrume) kurz in das Material umgewandelt, welches dann die Fließwaſſer weiter verarbeiten. — Außerdem löſt auch kohlenſäure haltiges Waſſer Felsarten ganz auf, ſo daß Höhlungen in ihrer Maſſe entſtehen.	Wohl alle Conglomerate, Sandſteine, Schieferthone, Mergel, ſowie die Thon- und Erdbodenlager in den verſchiedenen Formationen der Erdrinde haben ihr Bildungsmaterial durch die Verwitterung, hauptſächlich der kryſtalliniſchen Felsarten, erhalten. — Was jetzt noch Erdboden iſt, das wird dereinſt ein klaſtiſches Geſtein werden. — Knochen führende Kalkgebirgshöhlen.
	2) durch den Einfluß fauliger oder verkohlender Organismenreſte.	In Mooren, Sümpfen und in den Tiefen gegen die Luft verſchloſſener Bodenlagen entſtehen aus den Schwermetalloxyden der Geſteinsmaſſen Schwefelmetalle, Eiſenſpath, Vivianit und Brauneiſenerz (Limonit oder Moraſterz).	Die Eiſenſpath- und Brauneiſenerzablagerungen in der Stein- und Braunkohlenformation und in der Lettenkohlenformation des Keupers, ſowie die Eiſen- und Kupferkieſe in der Zechſtein-, Stein-, Lettenkohlen-, Lias- und Braunkohlenformation ſind wohl vorherrſchend durch den desoxydirenden Einfluß von verkohlenden Organismenreſten auf Carbonat- und Sulfatlöſungen des Eiſens und Kupfers entſtanden.
	3) unmittelbar durch das Waſſer ſelbſt.	Hierher gehören: A. Die **Eroſionsgebilde,** welche dadurch entſtehen, daß ſtürzendes oder fließendes Waſſer Maſſentheile der von ihm fortwährend geſtoßenen oder befeuchteten Erdrindemaſſen ablöſt od. abſchwemmt. α. Beim Eindringen in die Maſſe von Erdrindemaſſen: 1) durch vollſtändige Auflöſung von Mineralmaſſen (Gyps und Steinſalz) entſtehen zunächſt Höhlen und dann durch deren Einſturz Erdfälle; außerdem auch Karrenfelder; 2) durch Ausſchlämmung von thonigen und mergeligen Zwiſchen- oder Unterlagen kommen Bergſchlüfte, Bergeinknickungen und Bergeinſtürze zum Vorſchein; 3) durch Waſſer, welches in die Abſonderungsſpalten von Felsmaſſen eindringt und die Kanten und Ecken der letzteren benagt und abſchlämmt, werden die verſchiedenen Felsgeſtalten, die Steinwälder und Erdpyramiden erzeugt.	Was das Waſſer noch in der Gegenwart thut, das hat es auch ſchon in allen Perioden der Erdrindebildung gethan: ad α, 1 und 2: Die trichter- und muldenförmigen Thäler und Einſenkungen auf den Hochplateaus der Kalkalpen (z. B. das ſteinerne Meer und der Karſt; die muldenförmigen Thäler im Gebiete der Kalk- und Sandſteinformationen, deren beiderſeitige Bergabhänge nach der Thalſohle hin einfallende Schichten zeigen, ſind wohl häufig nur Erdfälle oder Bergeinknickungen der Urzeit; ebenſo, wie die mannichfachen Zerklüftungen und Formungen der Felsmaſſen, vorzüglich im Gebiete der Granite, Porphyre, Dolomite und Sandſteine Producte des die Felsabſonderungsſpalten ausnagenden Waſſers ſind. Indeſſen iſt in vielen Fällen z. B bei Felszerſprengungen die Nagkraft des Waſſers durch die auseinanderzwängende Gewalt des geſtierenden Waſſers unterſtützt worden.

§. 82. Uebersicht der Schöpfungen des Wassers (Fortsetzung

Schaffen des Wassers.		I. in der geschichtlichen Zeit:	II. in der vorgeschichtli Zeit:
B. Das Wasser schafft mit Hülfe anderer Massen und zwar:	3) unmittelbar durch das Wasser selbst.	β. An der Außenfläche der Erdrindemassen: 1) Durch stürzendes Wasser (Regen oder Wasserfall) wird um so leichter eine Grube in die von ihm gestoßene Stelle einer Erdrindenmasse genagt, je höher es herabstürzt, je größer seine Wassermasse und je leichter die gestoßene Erdrindemasse zerstampfbar ist; eckige, harte Steintrümmer, welche ein solches Sturzwasser mit sich führt, befördern seine Arbeit und wirken wie Bohrer: Schlöte, Orgeln, Riesentöpfe. Durch Wegnagen der Vorderwand dieser Tümpfel fließt das in ihnen vorhandene Wasser ab und nagt eine Rinne in seine Unterlage. 2) Durch jäh abfließendes Wasser wird eine Schlucht in seine Gesteinsunterlage gegraben, welche nach vorn immer tiefer und breiter wird, und in ihrem Hintergrunde steil abfällt: Wasserrisse und Schluchtenthäler, welche in die Seitengehänge einer Gebirgskette einschneiden. 3) Sanfter fließendes Wasser nagt, hauptsächlich wenn es harte, grobe Gerölle führt, ein spitz zickzackig gewundenes Fließbett; gelangt es unter einem Winkel in eine schon vorhandene Schlucht, so nagt es dieselbe sowohl an den Seitenwänden, wie an der Sohle immer weiter und tiefer aus: Entstehung der zickzackigen, steilwandigen Gebirgsthäler (Auswaschungsthäler). 4) Träg fließendes Wasser nagt nur an den Seitenwänden seines Bettes, wenn dieselben aus lockeren Erd- oder Sandmassen bestehen, weite, meist flach concave Buchten aus, welche sich zickzackig gegenüberliegen. 5) Stehende Gewässer wirken theils durch ihre Wucht auf die Sohle ihres Bettes und durchdrücken dieselbe auch wohl, wenn unter ihr ein hohler Raum liegt, theils durch Wellenbewegung auf die Seitenufer ihrer Becken. Im letzten Falle erzeugen sie entweder Ufereinstürze oder Uferauswaschungen: Busen- und Meerstraßenbildungen.	ad β: Wohl alle die an den Se hängen der Gebirgskette einschneidenden, schroffwa seitlich sich oft mehrfa ästelnden, nach dem Fu Gebirge hin sich allmähl weiternden, nach ihrem grunde aber hin sich sc verengernden und zule einer mehr oder weniger Bergwand endigenden sind Producte der Aus durch stürzendes Wasse haben eine ganz ähnlich dungsweise, wie die jet entstehenden Wasserrisse. gegen sind die zickzackig her gewundenen Thäler, hauptsächlich im Gebie Schiefergebirge auftreten, sanfter fließende Gewäss standen, sei es nun, daß schon vorhandene Gebirg ausnagten, sei es, daß ihren Lauf hemmende, vorliegende Gebirgskett oben nach unten oder au gekehrt von unten an stießen oder durchnagten. ist wohl stets der Fall g wo das Wasser eines schief gelegenen Sees di gelegene Querufermand brachen (so das Rhein Donauthal, das Elbeth Harz das Selkethal). — sind auch gar manche, wärtig von einem Flusse zogene, Thäler, zumal w keine zickzackigen Seiten haben, ehemalige Seen g welche allmählich sich ein zugskanal erbrochen hab das Oberrheinthal). — dem sind viele Thäler, mentlich diejenigen, dere tengehänge anti- oder nale Schichtenstellung durch Hebungen oder Se entstandene Spalten, wel durch das Wasser weite genagt oder ausgewasche den sind.

Ueberſicht der Schöpfungen des Waſſers (Fortſetzung). §. 82.

...aſſen des Waſſers.		I. in der geſchichtlichen Zeit:	II. in der vorgeſchichtlichen Zeit:
...Waſſer ...mit ...ex- ...Maſ- ...und ...:	II. aus Organismenreſten:	1) Durch den Druck, welchen ſtehendes Waſſer auf abgeſtorbene und in Verweſung begriffene Pflanzenmaſſen ausübt, wird in den letzteren ſo viel Wärme erzeugt, daß die unter Waſſer befindlichen Pflanzenmaſſen, zumal da das über ihnen ſtehende Waſſer keinen Sauerſtoff zuläßt, zu verkohlen beginnen und ſich in Torf umwandeln.	Was die Torfbildungen für die Gegenwart, das ſind die Braun- und Steinkohlenbildungen für die Vergangenheit: Auch ſie ſind durch Pflanzenmaſſen, welche unter Waſſer und Schlamm vergraben lagen und verkohlten, entſtanden. Es könnte daher aus dem Torf im Verlaufe der Zeiten noch eine richtige Steinkohle werden, wenn er demſelben Drucke, welchen die Steinkohlen ſeit ſo unendlich langen Zeiträumen ausgeſetzt ſind, unterläge und aus denſelben Pflanzenarten, wie dieſe, gebildet würde.
		2) Im Bette des Meeres leben Myriaden von Schalthieren und Korallenpolypen. Ihre, aus kohlenſaurem Kalk beſtehenden Gehäuſe und Gerüſte werden theils durch den Druck der Meeresmaſſe, theils durch die Wellenbewegungen zu Pulver zermalmt und zu feſter Kalkſteinmaſſe zuſammengepreßt, — oder auch durch den Schwefelwaſſerſtoff, welcher ſich bei der Verweſung ihrer Thiere entwickelt, in Schwefelcalcium und weiter durch den Sauerſtoff im Meerwaſſer in Gyps umgewandelt, welcher ſich im Meerwaſſer löſt.	Die faſt ganz aus Protiſtengehäuſen beſtehenden Ablagerungen im Keuper, Lias, Jura und der Kreide ſind Tiefſeebildungen, aber die aus zahlloſen Muſchelſchalen beſtehenden Kalkſteinablagerungen des Muſchel-, Jura- und Kreidekalkes mögen zum Theil Küſtenbildungen ſein, wie die aus Korallenreſten zuſammengeſetzten Kalkſteinriffe der Devon-, Steinkohlen-, Zechſtein- und Juraformation urweltliche Korallenriffe und Korallenwallinſeln ſind.
	durch ſeinen Schlamm und ſeine Schuttmaſſen:	B. Die **Alluvial- oder Anſchwemmungsgebilde.** Allen Fels- und Erdſchutt, welchen die Gewäſſer von der Erdrinde losreißen und fortfluthen, ſetzen ſie theils in ihrem Bette, theils auf von ihnen überfluteten Landesgebieten da ab, wo ihre Tragkraft geſchwächt oder ganz aufgehoben worden. Dieſes iſt der Fall 1) da, wo ſich ihre Waſſermenge ſo ausbreitet, daß ihr Tiefendurchmeſſer ein ſehr geringer wird, z. B. am flachen, ſanft abfallenden Meeresſtrande, auf überflutetem Lande, bei ſtarker Verbreiterung ihres Bettes; 2) da, wo ihre Fließgeſchwindigkeit ſtark abnimmt, z. B. in faſt wagerechtem Flußbette; 3) da, wo ſich ihrem Laufe Körpermaſſen entgegenſtellen, welche ſie entweder ſtark anziehen oder in ihrem Laufe hemmen, z. B. zahlreiche Blöcke, Felsklippen oder umgeſtürzte Baumſtämme auf der Sohle ihres Bettes; Ufervorſprünge, Buchten in ihren Uferwänden oder auch eine ruhende Waſſermaſſe (z. B. ein See), welche ſich dem Einfluthen der Fließwaſſer entgegenſtemmt.	

§. 82. Ueberſicht der Schöpfungen des Waſſers (Fortſetzu

Schaffen des Waſſers.		I. in der geſchichtlichen Zeit:	II. in der vorgeſchi Zeit:
B. Das Waſſer ſchafft mit Hülfe anderer Maſſen und zwar:	durch ſeinen Schutt:	Demgemäß ſetzen die Gewäſſer ihren Schutt ſtets hinter den ſie aufhaltenden Körpermaſſen ab und zwar: 1) den groben Felsſchutt am erſten und zwar da, wo Gewäſſer aus der ſtürzenden oder jäh fließenden Bewegung in eine ſanftere übergehen, bei Ueberfluthungen nächſt den Ufern, beim Einfluß in ſtehende Gewäſſer an der Mündungsſtelle; 2) den kleineren Felsſchutt (Gerölle und groben Sand) theils zwiſchen, theils vor dem groben Schutt, dann da, wo ſtürzende Gewäſſer in eine ſanftere Bewegung übergehen, endlich da, wo ein ſchnellfließendes Gewäſſer in ein breiteres Bett einfließt oder überhaupt ſich ſeitlich ſtark ausbreitet;	1) Viele der großen Thäler genwärtig ihrer Länge na großen Flüſſe durchzog z. B. das Inn-, Donau- thal, werden am Fuße derſeitig einſchließenden ketten von breiten, ſanf und terraſſig abfallend landshügeln, zwiſchen birgsflüſſe hervorfließen. Dieſe Schuttterraſſen ſchwemmungsgebilde, wel gegenwärtig zwiſchen ih treitenden Flüſſe zu bei ihrer Einmündung in da Seebecken ſo lange abg bis der ehemalige See nun gegenwärtig noch d des ſie ehemals ſpeiſende bildet. In der Regel be Schuttterraſſen zu unter Hauſwerk von Blöcken m ihnen liegendem Sand ſchutt, darüber dann aus menge von Gerölen, Erde und erſt in ihren o aus feinem Sand und zu aus Erde; aber eine wirkl tung dieſer Maſſen iſt n merken. Wie in dieſem beſtehen vorherrſchend Formationen der vorge Erdrindebildungsperioden den Buchten und am Ra liger Gebirgsinſeln lager das Rothliegende —) zu groben Conglomeraten, d Sandſteinen und zu Schieferthon oder Me Gewöhnlich findet man Schichtencomplex in Wiederholung über eina gert, ein Beweis, daß die dieſer Maſſen nicht in u chener Reihenfolge nach ſondern in verſchiedenen von einander entfernten, entſtanden iſt. Dafür ſ ihre Abtheilung in Schic jede ſtets die in einem Zeitraume entſtandene Ab maſſe bezeichnet. 2) Die im Bette des Ocean ten Formationen beſtehe ſchend entweder aus Mergeln, Gyps und Do aus Sandſteinen und Schi Die erſteren ſind vorz Niederſchlägen von Kalk- löſungen oder auch an ſchlamm, Protiſten und Molluscen- und Koralle zweiten aber aus Anſchw von Sand und Erdſchlam den. Beide Arten von F zeigen ſich um ſo deutliche und die Sandſteinmaſſen ſo feinkörniger und reicher körnern, je weiter vom Strande des Oceanes ſie lagert zeigen.

Uebersicht der Schöpfungen des Wassers (Fortsetzung). §. 82.

…chaffen des Wassers.		I. in der geschichtlichen Zeit:	II. in der vorgeschichtlichen Zeit:
I. …Wasser …mit …ie an- …r Mas- …n und …:	durch seine Schuttmassen:	3) den feinen Felsschutt (feinen Sand) theils zwischen, theils vor dem groben und kleinen Schutt, dann im Gebiete der sanft fließenden Gewässer, namentlich an den Wänden und in den Buchten der Ufer und hinter allen Fließhemmnissen im Flußbette; 4) den Erd- und Humusschutt (Schlamm) theils zwischen, theils auf dem Felsschutt, dann in den Buchten, an den Ufern und auf den Sandbänken aller träg und langsam fließenden Gewässer, endlich an den Mündungen schleichender Gewässer in Seen und Meere. Alle diese Schuttablagerungen, — durch welche einerseits im Bette der Fließwasser Untiefen, Sandbänke, Buchtenausfüllungen, Verengerungen, Verstopfung und Verlegung der Fließrinne, in Seen aber Schuttkegel, Uferterrassen, Erhöhung und Ausfüllung ihres Bettes und vor der Mündung der Ströme im Meere Landengen oder Nehrungen, Deltainseln, Sandbänke und Untiefen gebildet und andererseits tief einschneidende Schluchten und Gebirgsthäler mit bewohnbarem Lande erfüllt werden, — zeigen im Bette der Flüsse und Binnenseen, sowie am Strande des Meeres, kurz, überall da, wo das Wasser in steter Bewegung gehalten oder fortwährend umgerüttelt wird, keine regelrechte Absonderung und Schichtung ihrer Massen je nach den Gesetzen der Schwere; nur auf dem Boden der Tiefsee ist eine solche wagerechte Ablagerung und gleichmäßige Schichtung der Ablagerungsmassen da möglich, wo keine tief eingreifenden Strudel und Wirbel und keine Schutt aufwühlenden Wellen und Strömungen wirthschaften und die gleichmäßige Ausbreitung der Schuttmassen verhindern können.	3) Große, ehemalige Binnenseen oder tief in Gebirge einschneidende Busen zeigen gewöhnlich in ihrer Uferzone groben Schutt oder Conglomerate und über ihnen Sandsteine, dagegen nach ihrer Mittellinie hin feinere Sandsteine und Schieferthone oder statt deren losen Sand und Lehm und in ihrer Centralzone nur Schieferthone oder reinen Thon; bei kleinen Binnenseen dagegen lagern überall zu unterst Conglomerate oder Gerölle und darüber oft gleich Schieferthon, Lehm oder Thon. 4) Wenn dagegen durch Gewässer in ringsum geschlossene Kesselthäler, Stein- und Erdschutt und später auch Blöcke geführt werden, so bleiben diese letzteren, wenn die Gewässer sich einen schmalen Durchbruch geschaffen haben, in dem zäh gewordenen erdigen Schutte selbst sitzen, so daß dann der ehemalige See ausgefüllt erscheint mit Lehm oder Thon, dessen Masse untermischt erscheint mit den später in sie eingedrungenen Blöcken. Die gegenwärtig mit Erdpyramiden-Wäldern zum Theil erfüllten tiefen Busen bei Lengmoos unweit Botzen in Südtyrol sind ein Beispiel für diese Art von Schuttablagerung.

f. Der Vulcanismus.

§. 83. **Allgemeines über das Verhalten des Vulcanismus zum Waſſer und ſein Auftreten.** — Die Vulcane haben zwar ihr Laboratorium im Innern des Erdkörpers und ſchaffen in demſelben gerade diejenigen Erdrindemaſſen, welche nicht nur das Grundgemäuer alles werdenden Landes, ſondern auch das Bildungsmaterial für alle diejenigen Maſſen der Erdrinde darſtellen, welche dann unter der Einwirkung der Atmoſphärilien und des Waſſers entſtehen. Trotzdem gehören ſie, — wenn auch ihr Sitz im Erdkörper ſelbſt iſt und durch ihr Wirken die Kernmaſſen aller Erdtheile geſchaffen worden ſind, — doch wenigſtens theilweiſe noch zu den Schöpfungen des Waſſers, da, wie ſchon im §. 79 erwähnt worden iſt, nicht bloß die in ihrem Laboratorium zubereiteten Mineralmaſſen unter der Mitwirkung des Waſſers und der in ihm gelöſten Subſtanzen entſtehen, ſondern auch Waſſerdämpfe das Mittel bilden, durch welches einerſeits die vulcaniſchen Erzeugniſſe an die Erdoberfläche getrieben und andererſeits die mannichfachſten Veränderungen in der Geſtaltung der Erdoberfläche hervorgerufen werden. Aus dieſen Gründen bildet die Beſchreibung ihres Weſens, Auftretens, Schaffens und Entſtehens einen würdigen Schlußſtein zu der Lehre von den Schöpfungen des Waſſers, zugleich aber auch einen guten Anknüpfungspunkt zur Betrachtung der Bildungsmaſſen des Erdkörpers ſelbſt.

§. 84. **Aeußerungen und Weſen eines Vulcanes.** — Wenn aus irgend einer Oeffnung auf der Erdoberfläche unter donnerndem, die Erde erſchütternden, Geräuſche heiße Dämpfe, Gaſe, zermalmte Mineralmaſſen in die Höhe geſchleudert und geſchmolzene, feurig glühende, Steinſchmelze ausgeſtoßen werden, ſo nennt man dieſe Thätigkeit des Erdkörpers eine *vulcaniſche*, die ganze Erſcheinung einen *Vulcan*. Die Urſache dieſer vulcaniſchen Erſcheinungen hat ihren Sitz in dem, uns gänzlich unbekannten, Erdinnern und wird dadurch in Thätigkeit geſetzt, daß von der Außenfläche des Erdkörpers Stoffe (— z. B. Waſſer —) in das Laboratorium des Erdinnern gelangen und hier auf die in demſelben bereiteten Mineralſchmelze in der Weiſe einwirken, daß dieſe unter ſtarker Entwickelung von Gaſen und Dämpfen ſich ſo ſtark ausdehnen und heben, daß ſie zuletzt aus ſchon vorhandenen oder erſt von ihnen ſelbſt erbrochenen Spalten gewaltſam zur Erdoberfläche empordringen. Dieſe Urſache nun, — durch welche alſo in Folge des Einfluſſes der von der Erdoberfläche aus auf die Schmelzmaſſen des Erdinnern einwirkenden Reagentien nach v. *Humboldt eine Reaction des Erdinnern gegen die Erdoberfläche ausgeübt wird*, — wird ſammt den von ihr hervorgerufenen Erſcheinungen *Vulcanismus* genannt.

Soweit bis jetzt die Beobachtungen und Erfahrungen gelehrt haben, äußert ſich der Vulcanismus durch dreierlei Thätigkeiten:

I. Er ſchleudert von Zeit zu Zeit theils zu größeren und kleineren Trümmern zermalmte, theils in vollſtändigem Schmelze befindliche, Steinmaſſen durch eine Oeffnung zur Erdoberfläche empor. Dieſes thun *die eigentlichen Vulcane durch ihre Eruptionen*.

II. Dabei stößt er theils vor, theils während, theils nach den Eruptionen, ja häufig auch ohne alle Eruptionen

entweder heiße Wasser- oder Schlammströme, welche sogenannte vulcanische Quellen (Geysirs) bilden,

oder bloß Wasserdämpfe, sogenannte Fumarolen,

oder Schwefelwasserstoff haltige Dämpfe oder Solfataren,

oder Kohlensäure-Gas oder Mofetten aus.

III. Endlich aber erschüttern, heben, zerreißen oder verwerfen die durch ihn erzeugten Dämpfe und Gase Länderstrecken der Erdrinde, sobald sie sich irgendwo in der letzteren einen Entweichungskanal erbrechen wollen. Die durch diese Thätigkeit des Vulcanismus erzeugten Erscheinungen nennt man vulcanische Erdbeben, wenn sie im Verbande stehen mit einer vulcanischen Eruption und in der näheren Umgebung eines noch thätigen Vulcanes auftreten; dagegen Erderschütterungen oder kurzweg Erdbeben, wenn sie durch unterirdische Dämpfe oder sonstige Agentien ohne Begleitung von vulcanischen Eruptionen, oder auch in Erdgebieten auftreten, in denen gar keine äußeren Vulcane vorhanden sind.

Diese eben genannten drei Thätigkeiten des Vulcanismus treten gewöhnlich im Vereine bei einer vulcanischen Eruption auf, aber nicht selten auch macht sich jede einzelne für sich ohne eine besondere Eruption bemerklich.

1. Die eigentlichen Vulcane.

a. Die Vulcane der geschichtlichen Erdrindebildungsperiode.

Begriff und Thätigkeit von einem Vulcane. — Wie im §. 84 schon bemerkt worden ist, so hat man unter einem Vulcane eigentlich jede, durch einen Kanal mit dem heißen Erdinnern in Verbindung stehende, Oeffnung in der Erdoberfläche zu verstehen, aus welcher unter Erschütterungen, Dampf- und Gasausströmungen, heiße Schlammmassen oder zerstampfte Gesteinstrümmer und feurig-flüssige Steinschmelze noch in der Gegenwart ausgestoßen werden oder ehedem herausgetrieben worden sind. Indem sich nun aber diese ausgeworfenen oder herausgeschobenen, zerstampften oder geschmolzenen, Gesteinsmassen rings um die vulcanische Oeffnung im Verlaufe der Zeit immer mehr aufhäufen, wird durch sie, — ähnlich wie durch den Sand und Schlamm, welchen eine Wasserquelle auswirft, und welcher nun um diese Quelle herum einen ringförmigen Wall bildet — ein kegelförmiger Hügel oder Berg aufgehäuft, durch welchen sich der Auswurfskanal verlängert, so daß nun die ehemals auf der Ebene gelegene Auswurfsöffnung auf dem abgestumpften Gipfel dieser kegelförmigen Aufhäufung von ausgeworfenen Vulcanenmassen liegt. Der so aus den ausgeworfenen Gesteinsmassen entstandene Berg wird ein Vulcanberg oder gewöhnlich kurzweg Vulcan genannt. §. 85.

Der Hügel oder Berg, auf welchem der Auswurfskanal eines Vulcanes mündet, gehört demnach nicht zum Wesen, sondern ist erst das Product von der Thätigkeit eines Vulcanes. Zum

Wesen des letzteren gehört nur eine Oeffnung, durch welche die Producte der vulcanischen Thätigkeit an die Erdoberfläche gelangen können, mag sich nun diese Oeffnung auf der Fläche eines Tieflandes oder auf dem Gipfel eines Berges, auf dem festen Lande oder auf dem Grunde des Oceans befinden. Da jedoch gleich mit dem ersten Auswurfe vulcanischer Producte um diese Oeffnung herum ein ringwallförmiger Hügel oder Berg entsteht, so ist man gewohnt, sich einen Vulcan immer nur in der Verbindung mit dem erst von ihm geschaffenen Berge zu denken.

Unter den gegenwärtig auf der Erdoberfläche vorhandenen Vulcanbergen werfen nun die einen noch immer von Zeit zu Zeit ihre Producte aus, die anderen dagegen lassen seit Menschengedenken kein Zeichen ihrer Wirksamkeit wahrnehmen. Jene, welche nach unbestimmt längeren oder kürzeren Zeiträumen oder Perioden der Ruhe immer wieder von Neuem dampfen und Mineralmassen auswerfen, nennt man thätige, die seit Menschengedenken aber keine vulcanische Thätigkeit mehr zeigenden und oft nicht einmal mehr eine Auswurfsöffnung wahrnehmen lassenden werden als erloschene oder ausgebrannte Vulcane betrachtet.

Wohl giebt es noch gegenwärtig hie und da Vulcane, deren Krater ununterbrochen mit einem See von feurig-flüssiger und immer im Kochen befindlicher Lava gefüllt erscheint, — so der 4700 Meter im Durchmesser haltende Riesenkrater des Kilauea am Vulcane Mauna Loa auf der Insel Hawaii, aber einen Vulcan, welcher ohne Aufhören auswürfe, giebt es nicht; vielmehr ist gerade das periodisch abwechselnde Auswerfen und Ruhen charakteristisch für die Vulcane. Wie lange nun die zwischen zwei Ausbrüchen liegende Periode der Ruhe dauert, das ist nicht bestimmbar. Es giebt Vulcane, welche seit Menschengedenken fast an jedem Tage Rauch- und Aschenwolken ausstoßen, aber ohne Lavaausflüsse, so z. B. der Stromboli, welcher seit fast 2000 Jahren tagtäglich raucht; dagegen ruhen viele der Vulcane nach jedem Ausbruche viele Jahre, ja Jahrhunderte. Der Aetna z. B. zeigt durchschnittlich alle 10 bis 12 Jahre einen Ausbruch. Der Vesuv aber war bis zum Jahre 79 nach Christus seit Menschengedenken so ruhig gewesen, daß man ihn für erloschen hielt, da brach die furchtbare Eruption los, durch welche die Städte Herculanum und Pompeji verschüttet wurden. Von dieser Zeit an zeigte er bis zum Anfange des 14. Jahrhunderts in jedem Jahrhunderte eine oder mehrere Ausbrüche, bis dann wieder eine dreihundertjährige Ruhe eintrat, welche erst im December 1631 mit einem neuen gewaltigen Ausbruche endigte. Schon aus diesen Beispielen ersieht man, daß man aus dem langjährigen Unthätigsein eines Vulcanes noch nicht auf dessen vollständiges Ausgestorbensein schließen darf, und daß mithin der obengenannte Unterschied zwischen thätigen und erloschenen Vulcanen ein sehr unsicherer ist.

§. 86. **Vertheilung und Gruppirung der Vulcane auf der Erdoberfläche.** — Das Hervortreten thätiger Vulcane ist weder an eine bestimmte Art von Erdrindemassen noch an eine bestimmte Höhe gebunden. Wo die Rinde des Erdkörpers am leichtesten zu durchdringen oder zu durchbrechen ist, da können auch die vulcanischen Eruptions-

maſſen am leichteſten zur Erdoberfläche gelangen, mögen nun §. 86.
dieſe Auswurfsſtellen aus alten oder jungen, hydrogenen oder pyrogenen Erdrindemaſſen beſtehen, mögen ſie im Gebiete der Gebirgs- oder Tiefländer oder auf dem Grunde des Oceans und in der heißen oder kalten Zone liegen.

Unter dieſen eben genannten Gebieten der Erdoberfläche eignen ſich indeſſen am meiſten zu vulcaniſchen Durchbrüchen die Tiefen des Oceans, einerſeits weil in ihnen die Erdrinde noch nicht die Dicke beſitzt, wie in den über dem Meeresſpiegel hervortretenden Ländergebieten, und andererſeits auch der noch weiche Grund des Oceans leichter zu durchbrechen iſt. Dazu kommt nun noch eine andere wohl zu beachtende Erfahrung, welche ſpäter noch weiter beſprochen werden ſoll. Es unterliegt nemlich keinem Zweifel, daß das Meerwaſſer einen großen Einfluß ausübt auf die Entſtehung von vulcaniſchen Eruptionen und auf die Bildung vieler Mineralmaſſen, welche bei den Eruptionen eines Vulcanes zum Vorſchein kommen. Soll aber das Meerwaſſer dieſen Einfluß ausüben, ſo muß es durch Spalten der Erdrinde entweder bis in das Innere des vulcaniſchen Laboratoriums ſelbſt oder doch in Hohlräume der Erdrinde eindringen, in denen es mit den vulcaniſchen Mineralſchmelzen ſich miſcht. Dieſe Spalten nun ſind es entweder ſelbſt, durch welche ein Vulcan ſeine Producte zur Erdoberfläche ſendet, oder ſie bilden doch die Kanäle, von denen aus, wenn ſie durch volle Verſtopfung weiter nicht mehr zu durchbrechen ſind, ein Vulcan ſeine Dämpfe und Schmelze ſeitwärts in die noch leichter zu durchbrechenden Ablagerungsmaſſen der angrenzenden Landesgebiete einſchiebt und durchzwängt. Je nach der Lage und dem Verlaufe dieſer Spalten richtet ſich dann weiter die Lage der Eruptionspunkte, durch welche ein Vulcan ſeine Producte zur Erdoberfläche ſendet: Durchkreuzen ſich dieſe Spalten im Meeresgrunde ſelbſt, ſo ſind dann gewöhnlich die Durchkreuzungspunkte oder auch die von dieſen Punkten ſtrahlig ausgehenden Spalten die Durchbruchsſtellen der werdenden Vulcane, ſo daß die nach und nach hervortretenden Vulcanmaſſen gruppenweiſe oder zerſtreut um den Durchkreuzungspunkt herum liegen, wie es der Fall iſt bei den Vulcangruppen. Ziehen dagegen die Spalten einfach nach einer beſtimmten Längenrichtung fort, ſind ſie mit anderen Worten einfache Längsſpalten, welche einzeln oder in mehreren Reihen ziemlich parallel neben einander hinziehen und ſich höchſtens gabeln, dann treten auch die Vulcane in der Richtung dieſer Spalten reihenweiſe hinter einander auf und bilden nun ſo die Vulcanenreihen. Bemerkenswerth bleibt es bei dieſem eigenthümlichen Auftreten der Vulcane, daß die Vulcanengruppen vorherrſchend entweder unmittelbar in dem Schooße des Oceanes oder auf Inſeln auftreten, die Vulcanenreihen aber ihren Hauptſitz auf den Halbinſeln oder auf den dem Oceane angrenzenden Landesgebieten der Erdtheile haben und nur dann ſich auf Inſeln bemerkbar machen, wenn dieſe reihenweiſe hinter einander

§. 86. liegen und entweder als Theile einer mannichfach durchbrochenen Halbinsel oder als Gipfel eines unterseeischen Hochplateaus zu betrachten sind.

Diese Vertheilung zeigt sich nicht bloß bei den Vulcanen der Gegenwart, sondern auch bei den vulcanischen Durchbrüchen aller älteren Erdrindebildungsperioden. Die ältesten vulcanischen Gesteinsmassen — wie Granite, Syenite, Diorite, — waren die ersten Landerhebungspotenzen; sie treten daher meist aus dem Rücken der von ihnen über den Meeresspiegel emporgehobenen Urgebirgsinseln hervor; die später emporgehobenen Vulcanenmassen, — wie Porphyr und Melaphyr — zeigen sich vorherrschend an den leicht zu durchbrechenden, mit noch weichen Ablagerungen der Steinkohlen und des Rothliegenden erfüllten Busen am Rande der Gebirgsinseln und ziehen reihenweise an denselben hin; die Basalte ferner brachen die ehemaligen Binnenseen der Braunkohlenbildungen durch; die Trachyte endlich ziehen vorherrschend den lockeren Ablagerungen des Schwemm- oder Schuttlandes in der Umgebung ehemaliger Binnenseen und Meeresbusen nach. Wenn sich nun aber trotzdem Vulcanenberge weit vom Meere entfernt in Binnenländern zeigen, wie dieses z. B. mit den erloschenen Vulcanen der Eifel und des Siebengebirges der Fall ist, so kommt dieses daher, daß das ehemals in der näheren Umgebung dieser Vulcane befindliche Meer durch Anfluthungen von Landesmassen allmählich immer weiter zurückgedrängt worden ist.

Nach allem eben Mitgetheilten befinden sich also die bei weitem meisten gegenwärtig noch thätigen oder nur ruhenden Vulcane im Gebiete des Meeres selbst oder in den angrenzenden Küstenländern der Continente, so daß man dieselben je nach ihrer Lage eintheilen kann:

1) in Continentalvulcane, welche vorherrschend an den Küsten und auf den Halbinseln, und zwar entweder einzeln oder (und zwar vorzüglich) in Reihen auftreten;
2) in Inselvulcane, welche ihren Sitz auf Inseln haben und theils einzeln oder in Gruppen, theils auch wohl in Reihen auftreten. Gruppenweise zeigen sie sich vorzüglich auf den weit von den Festländern gelegenen oder nie mit diesen im Verbande gewesenen, sogenannten pelagischen, Inseln; reihenweise dagegen erscheinen sie hauptsächlich auf den Inselschnuren, welche von der Spitze einer Halbinsel aus sich in den Ocean hineinziehen und wahrscheinlich ehemals unter sich und mit der Halbinsel in Verbindung gestanden haben oder auch jetzt noch unterseeisch zusammenhängen;
3) in Meeresvulcane, welche zerstreut im Schooße des Oceans liegen und hie und da auch inselförmig, — oft aber nur vorübergehend, — über den Spiegel desselben hervortreten und dann Veranlassung geben zur Bildung einer Vulcaninsel, welche indessen nicht zu verwechseln ist mit einem Inselvulcane, da sie nur aus einem einzelnen, aus dem Meere hervorragenden, Vulcankegel besteht, dessen äußere Berggehänge sanft zum Meeresspiegel abfallen und so um den eigentlichen Eruptionskegel herum eine Ringzone ebeneren Landes bilden. Aus diesen Vulcaninseln entstehen durch theilweisen Einsturz der Kraterwände und durch dann in den Krater eindringendes Meerwasser die vulcanischen Hufeisen- und Ringinseln, wie sie unter anderen im griechischen Meere (z. B. Santorin) vorkommen.

Von den gegenwärtig noch thätigen 270 Vulcanen kommen faſt 200 auf Inſeln und nur 70 auf den Continenten vor. Was nun das weitere Auftreten der Vulcane betrifft, ſo kommen dieſelben theils einzeln oder iſolirt (Einzelvulcane), theils, wie oben ſchon angegeben, in Gruppen (Vulcangruppen) oder in Reihen hinter einander liegend (Vulcanreihen) vor. Ueber dieſe Vergeſellſchaftungen der Vulcane iſt hier noch Folgendes zu bemerken:

1) Die Vulcangruppen ſind nach dem früher Ausgeſprochenen größere oder kleinere Geſellſchaften von Vulcaninſeln und Inſelvulcanen, welche entweder ſcheinbar ohne alle Ordnung zerſtreut um einander herum liegen oder ſich um einen, ziemlich in der Mitte der übrigen Vulcane liegenden, größeren Centralvulcane herumſchaaren. Dieſes letztere iſt z. B. bei dem Aetna mit ſeinen kleineren Vulcankegeln oder bei den canariſchen Inſeln, in deren Geſellſchaft der Pik von Teneriffa als der Centralvulcan anzuſehen iſt, der Fall. Dagegen erſcheinen die Sandwich-, Galopagos-, Societäts- und wohl auch die liparischen Inſeln (?) als regelloſe Gruppen.

2) Die Vulcanreihen ſind weit häufiger als die Vulcangruppen, beſtehen aus einer größeren oder kleineren Zahl, höherer und niederer, theils gedrängt hinter einander liegender und ſich dabei nicht ſelten mit ihren Füßen berührender, theils weiter von einander entfernter Vulcane und befinden ſich entweder auf dem Rücken eines Küſtengebirges oder Hochplateaus, ſo die Vulcanenreihen von Quito, Bolivia, Mexiko und Kamtſchatka oder auf ſchnurförmig hinter einander liegenden Inſeln, ſo die Reihen der Kurilen, Aleuten und Antillen. Die Linie oder Spalte, auf welcher ſie ſtehen, iſt am beſten zu vergleichen mit den Spalten am Abhange eines Vulcanes, auf welchen ſich bei den Eruptionen des letzteren die Nebenkrater reihenweiſe erheben. Sie zeigt ſich entweder ſchnurgerade, wie man an der, 240 Meilen langen und aus 33 Vulcanen beſtehenden, Vulcanenreihe Chiles und der, aus 38 Vulcanen beſtehenden Reihe Kamtſchatkas bemerken kann, oder ſie iſt, — wie an den kleinen Antillen, Kurilen und Aleuten hervortritt, — in der Weiſe bogenförmig gekrümmt, daß die Wölbung ihres Bogens dem offenen Meere zugekehrt iſt. Endlich kommt es auch vor, daß zwei ſolcher Vulcanenreihen parallel neben einander hinziehen (— ſo im Hochlande von Quito und im weſtlichen Theile von Java —) oder daß mehrere Vulcanenreihen, welche durch große, vulcanenfreie Länderſtrecken von einander getrennt ſind, doch ſo hinter einander liegen, daß ſie bei der Verlängerung ihrer Richtung in eine und dieſelbe Linie zu liegen kommen, wie dieſes z. B. der Fall iſt bei den drei großen, hinter einander liegenden Vulcanreihen von Chile, Bolivia und Quito.

Geographiſche Verbreitung der Vulcane. — Nach Al. v. Humboldt giebt es gegenwärtig noch 407 thätige Vulcane, darunter 225, welche noch im neunzehnten Jahrhundert Ausbrüche hatten; nach Fuchs dagegen ſind 672 Vulcane und unter dieſen 270 gegenwärtig noch thätige vorhanden. Am reichſten an noch thätigen Vulcanen ſind die ſüdlich und §. 87.

§. 87. öſtlich von Aſien gelegenen Inſeln; auf ihnen allein kommen 115 Vulcane vor; nächſt Aſien enthält Amerika die größte Zahl, indem es 56 noch thätige Vulcane beſitzt, von denen allein auf Südamerika 26 kommen. Europa dagegen hat nur 4—5 thätige Vulcane und Afrika gar nur einen, während die weſtlich von dieſem Erdtheile im atlantiſchen Oceane liegenden Inſeln deren 14 und darunter 8 gegenwärtig noch thätige beſitzen.

Ueber die einzelnen, gegenwärtig noch thätigen oder doch erſt während der Bildungsperiode der quartären Formationen erloſchenen, Vulcane in und um den einzelnen Erdtheilen iſt nun Folgendes zu bemerken:

A. Vulcane in und um Europa.

I. Feſtlandsvulcane. Im Binnenlande Europas ſind gegenwärtig nördlich vom 51° nördl. Breite keine Spuren von Vulcanen und ſüdlich von dieſem Breitengrade nur ſcheinbar ganz erloſchene zu finden. Dieſelben zeigen ſich in Frankreich namentlich in der Auvergne, im Velay und Vivarais; in Deutſchland namentlich in der Eifel, am Laacher See bei Andernach und am Roderberg bei Rolandseck am Rhein, außerdem im Ries auf der rauhen Alp und am Kammerbühl bei Eger; in Siebenbürgen bei Waſcharhey. — Unter den Halbinſeln macht ſich namentlich Spanien mit 14 Schuttkegeln in Catalien und Italien bemerklich. Auf der letztgenannten Halbinſel ſind mehrere erloſchene Vulcane vorhanden, ſo in Oberitalien die Euganeen bei Padua, die durch ihre Borſäure-Exhalationen bekannten Fumarolen von Lardello in Toscana; in Mittelitalien das Albaner Gebirge mit dem 1000 Fuß hohen Monte Cavo und die mit zahlreichen vulcaniſchen Producten bedeckte Campagna; in Süditalien vor allen bei Teano nordweſtlich vom Veſuv die Rocca monfina, ein mächtiger, halbkreisförmiger, aus Leucitgeſtein beſtehender, Ringwallkrater, welcher eine Gruppe centraler, aus Trachyt beſtehender, Kegel (z. B. den Monte di Santa Croce) einſchließt, ſodann der öſtlich vom Veſuv gelegene Lago d'Ansanto und der bei Melfi in Apulien vorhandene Vultur, endlich die weſtlich von Neapel bei Pozzuoli gelegenen und eine Fläche von 3 geographiſchen Quadratmeilen einnehmenden, — aus trachytiſchem Tuff und loſen Schlacken- und Bimsſtein-Auswürflingen beſtehenden — Phlegräiſchen Felder mit 27 kreisrunden Kratern, unter denen die Solfatara noch gegenwärtig aus einem Felsſpalt unter ſtarkem Brauſen glühheiße Dämpfe von Waſſer mit Schwefelwaſſerſtoff, ſchwefeliger Säure, Kohlenſäure, Salmiak, Schwefelarſen u. ſ. w. ausathmet. — Aber Italien iſt auch der einzige Theil des europäiſchen Feſtlandes, in welchem noch ein fortwährend thätiger Vulcan vorhanden iſt. Es iſt dieſes der allbekannte 3720 Fuß hohe, zuſammengeſetzte Kegel des Veſuv. Er beſteht aus dem neueren eigentlichen Eruptionskegel und einem älteren Ringwallkrater, von welchem aber gegenwärtig nur noch die, als Somma bekannte und durch das halbkreisförmige, mit alten Lava-

fluthen bedeckte, Thal des Atrio del Cavallo von dem jetzigen Krater getrennte, eine Hälfte vorhanden iſt. Bis zum Jahre 79 nach Chriſtus galt er für erloſchen; ſein Krater war mit Wald bedeckt und an ſeinem Fuße breiteten ſich die Städte Herculanum und Pompeji aus. Von dieſem Jahre an, in welchem er durch ſeinen Aſchenſchlamm die genannten beiden Städte verſchüttete, iſt er mit Ausnahme des 14., 15. und 16. Jahrhunderts faſt ununterbrochen thätig geweſen. §. 87.

Zuſatz 1. Fig. 73 giebt eine Karte, auf welcher man nicht nur das gegenwärtige Relief des Veſuvs, ſondern auch die in verſchiedenen Zeiten abgefloſſenen Lavaſtröme erkennen kann.

Fig. 73. Karte des Veſuvgebirgs.
(Die dunkelen punktirten Stellen geben die verſchiedenen Lavaſtröme älterer und neuerer Zeit an).

Fig. 74.
Der Veſuv zur Zeit Strabo's 28 J. v. Chr.

Fig. 75.
Veſuv und Somma kurz vor dem Ausbruche, welcher zu Plinius Zeit, 79 n. Chr., Herculanum und Pompeji verſchüttete.

§. 87. Zusatz 2.

Einige Angaben über den Vesuv: Ueber einer Grundlage von $3^3/_4$ deutschen Quadratmeilen erhebt sich der Vesuv in einer weiten, aus Kalkgestein bestehenden, Appeninenbucht bis zu einer Höhe von 1297 Meter über dem Meere. Er steigt über dem Atrio, jenem halbkreisförmigen, mit Lava erfüllten, Thale, welches ihn von dem alten Ringwallkrater der Somma trennt, als ein sehr regelmäßiger Kegel von 30° — 31° Neigung empor, welcher früher vollständig geschlossen war, aber durch die furchtbare Eruption am 26. April 1872 vom Gipfel bis zum Atrio an der Nordseite auseinander gerissen wurde. Auf seinem Gipfel befinden sich gegenwärtig 2 große Krater, von denen der centrale etwa 200 Meter Durchmesser und eine Tiefe von etwa 150 Meter besitzt. Nebeneruptionskegel an seinen Gehängen hat er bis jetzt noch nie gebildet. — Während die Somma in ihrer unteren Hälfte aus trachytischen Tuffen und nur in ihrer oberen Hälfte aus Leucitgestein besteht, ist der eigentliche Vesuvkegel nur aus diesem letztgenannten Gesteine gebildet.

II. Inselvulcane. Reicher an Vulcanen, als das Festland Europas sind die um dasselbe herum gelegenen Inseln. Unter diesen erscheinen als erloschen

a. im mittelländischen Meere der 2600 Fuß hohe Epomeo, die Vulcaninsel Pantellaria an der Südwestseite Siciliens, Saline nordwestlich von Lipari, und Lipari selbst mit dem Monte Campo bianco, Monte Guardia und Monte S. Angelo;

b. im griechischen Meere die Inseln Paros, Antimilo, Milo, Argentiera, Polino und Policandro.

Aber noch thätig zeigen sich

a. im mittelländischen Meere vor allen auf Sicilien der 10,200 Fuß hohe Aetna, der mächtigste der europäischen Vulcane und zusammengesetzt aus einem gewaltigen, sanft ansteigenden, 9100 Fuß hohen, Ringwallkrater, auf dessen Gipfel (Piano del Lago) sich der 1100 Fuß hohe, steil (unter 25° bis 35°) ansteigende, neue Eruptionskegel erhebt, während an den Abhängen des neueren und älteren Kraters sich zahlreiche, oft reihenweise stehende, Nebeneruptionskegel erheben; — ferner der ebenfalls aus einem alten und neuen Kegelkrater bestehende, 2770 Fuß hohe, Stromboli und der immer dampfende, 1220 Fuß hohe und mit einem 3000 Fuß weiten und 600 Fuß tiefen Krater versehene Volcano, beide zu den liparischen Inseln gehörend;

b. im griechischen Meere die hufeisenförmige Vulcaninsel Santorin, in deren vom Meere erfülltem Krater sich mehrere neuere Vulcaninseln, so Nea-, Mikra- und Palaea-Kaymeni gebildet und erst in der neuesten Zeit (1866 — 1870) wieder vorzüglich an der Insel Nea Kaymeni starke, die Landesmasse dieser Insel sehr verändernde Eruptionen bemerklich gemacht haben.

Fig. 76 versinnlicht die Insel Santorin, Fig. 77 aber giebt ein treues Bild der am 22. Februar 1866 auf der Insel Nea Kaymeni stattgefundenen Eruption des Georg-Vulcanes.

§. 87.

Fig. 76. Inſel Santorin im griechiſchen Meere während der Eruption 1866.

a Therasia. — b. Thera. — c. Asproniſi. — f. Mikra Kaymeni. — g. Nea Kaymeni mit dem tobenden Georg-Vulcan. — h. Palâa Kaymeni.

Fig. 77. Eruption des Georg-Vulcanes 1866 auf der Inſel Nea Kaymeni (nach Jul. Schmidt's Vulcanſtudien).

a. Die in ſpiralig ſich drehenden Rauchballen aufſteigende Dampfſäule. — b. Aſchenregen. — c. Vier aus der Rauchwolke ſich zum Meere niederſenkende Siphonen (Waſſerhoſen). — d. Inſel Palâa Kaymeni. — e. Mikra Kaymeni.

B. Vulcane in und um Afrika.

§. 87. I. Das Feſtland Afrikas zeigt gegenwärtig nur an ſeinen Weſt- und Oſtküſten Spuren von Vulcanen. An ſeinen Oſtküſten tritt nach Rochet in Abeſſinien eine Gruppe erloſchener Vulcane auf, in welcher ſich indeſſen auch noch der thätige Vulcanberg Dofane befinden ſoll; und an ſeiner Weſtküſte lagern am Buſen von Guinea die erloſchenen (?) Cameronberge und der noch thätige Vulcan Zambi. — So arm nun auch das afrikaniſche Feſtland an Vulcanen iſt, ſo reich an denſelben ſind

II. die Inſeln um Afrika.

a. Auf der Weſtſeite liegt im atlantiſchen Oceane

1) die Inſelreihe der Azoren, welche eine Vulcanenreihe von 80 Meilen Länge bildet, deren Vulcane mit Ausnahme einiger wenigen, z. B. des auf der Inſel Pico liegenden 7300 Fuß hohen, Pico Alto, freilich ſämmtlich erloſchen ſind;

2) die Inſel Madeira mit dem Pico Ruivo und der Cima de Foringas;

3) die gekrümmte, von Weſten nach Oſten ziehende, faſt 60 Meilen lange, Reihe der Canariſchen Inſeln, unter denen namentlich die Inſeln Gran Canaria, Teneriffa mit dem 11,400 Fuß hohen Pico de Teyde und Palma durch prachtvolle Ringwallkrater ausgezeichnet ſind;

4) die Gruppe der Capverdiſchen Inſeln mit dem 8600 Fuß hohen, ſteilen, baſaltiſchen, erloſchenen Fuego;

5) die Einzel-Vulcaneninſeln Aſcenſion, St. Helena und Triſtan da Cunha, lauter erloſchene Vulcane.

b. Auf der Oſtſeite liegt im indiſchen Oceane die Inſel Madagascar mit mehreren Vulcanen, die baſaltiſche, fortwährend thätige, Vulcaninſel Mauritius mit einem dreikraterigen Eruptionskegel von 7500 Fuß und die erloſchene Vulcaninſel Isle de France. — Im rothen Meere endlich liegen die zum Theil erloſchenen Vulcaneninſeln Perim, Teir und Sebair.

C. Vulcane in und um Aſien.

I. Das Feſtland Aſiens iſt ebenfalls arm an Vulcanen, indem im Binnenlande dieſes maſſigſten aller Erdtheile nur die immer noch etwas problematiſchen beiden Vulcane Peſchan und Hotſcheu, ſowie die Solfatara von Urumtſi — beide im Gebiete des Thian-Schan, etwa im 42° nördl. Breite und zu beiden Seiten des 105° öſtl. Länge — vorkommen. — Dagegen erſcheinen die weſtlichen und öſtlichen Küſtenländer Aſiens reicher an theils erloſchenen theils noch thätigen Vulcanen. So liegen

a. im Weſten auf der Halbinſel Kleinaſien 30 erloſchene Vulcane, unter denen ſich der trachytiſche 12,400 Fuß hohe Argäus oder Arghi-Dagh bei Caeſarea und der 8000 Fuß hohe Haſſan-

Dagh am bemerklichſten machen. Noch reicher iſt Armenien, §. 87.
in welchem unter anderen der ſüdlich vom Aruxes liegende, aus Andeſit gebildete, 16,200 Fuß hohe Ararat noch im Jahre 1840 eine Eruption gezeigt hat. Auch der Kaukaſus trägt auf ſeinem Rücken mehrere Vulcane, unter denen namentlich der 17,350 Fuß hohe Elbrus und der 15,500 Fuß hohe Kasbek ſich bemerklich machen. Endlich dampft noch gegenwärtig der ſüdlich vom Kaſpiſee bei Teherân gelegene, 13,800 Fuß hohe Demawend. — Wie in Kleinaſien, ſo hat man auch an der Küſte Arabiens bei Medina, Mocha und Aden zahlreiche, zum Theil noch jetzt thätige Vulcane gefunden.

b. Im Oſten Aſiens iſt namentlich die Halbinſel Kamtſchatka der Tummelplatz zahlreicher Vulcane. Nicht weniger als 38 Vulcane und unter dieſen 20 noch thätige ziehen von Süd nach Nord in zwei parallelen Reihen und werden durch eine Mittelreihe erloſchener Vulcane von einander getrennt. Die beiden bedeutendſten unter der großen Schaar dieſer noch immer thätigen Vulcane (Sopka) ſind der 10,518 Fuß hohe Koriazkaja Sopka und der 14,790 Fuß hohe Kliutſchewskaja Sopka.

II. Die Inſeln um Aſien ſind außerordentlich reich an Vulcanen.

a. An der Oſtſeite Aſiens im großen Ocean zwiſchen dem Aequator und 50° nördl. Breite liegt zunächſt die mit 20, zum Theil noch thätigen, Vulcanen verſehene und eine Fortſetzung von Kamtſchatka bildende, 150 Meilen lange, Kettenreihe der Kurilen. An ſie ſchließen ſich ſüdwärts die japaniſchen Vulcaneninſeln, unter denen Nipon 6 und Jeſo 17 Vulcane zählt. Der bedeutendſte derſelben iſt der auf Nipon gelegene, mit ewigem Schnee bedeckte, Fuſiyama. — Weiter ſüdwärts von den japaniſchen Inſeln liegt die Inſel Formoſa mit 4 Vulcanen, unter denen 3 noch thätig ſind; und dann ſüdlich von dieſer zeigt die Reihe der Philippinen auf der Inſel Luzon allein, namentlich auf der Halbinſel Camarines, 10 Vulcane.

b. An der Südſeite Aſiens im indiſchen Oceane liegt zunächſt im Buſen von Bengalen und öſtlich von den Andaman-Inſeln Barren-Island mit einem 1700 Fuß hohen, immer thätigen, zuſammengeſetzten Vulcane; dann aber folgt die vulcanenreiche, zwiſchen dem 5° nördl. Breite und dem 10° ſüdl. Breite von Weſten nach Oſten ziehende, Reihe der Sundainſeln, unter denen Sumatra 19 Vulcane und 7 noch thätige beſitzt, z. B. den 11,550 Fuß hohen Gunung Dempo, den 12,380 Fuß hohen Berapi und den 14,076 Fuß hohen Kaſumbra. An Sumatra ſchließt ſich Java mit 100 zum Theil noch thätigen, in zwei Reihen ziehenden, Vulcanen, unter denen namentlich der 7028 Fuß hohe Papandayang, der faſt 7000 Fuß hohe Gunung-Guntur, der 8463 Fuß hohe Patuha, der 6130 Fuß hohe Tankuban-Prahu mit einem 3000 Fuß weiten und 900 Fuß tiefen Krater, der 10,348 Fuß hohe,

§. 87. äußerſt regelmäßige und ſtrahlig gerippte, Gunung Sumbing und der Gunung Merapi ſich bemerklich machen. — Oeſtlich von Java lagern die Vulcaneninſeln Sumbawa, Flores und nördlich von dieſen die Inſel Celebes mit 11 Vulcanen. An dieſe letztgenannte Inſel reihen ſich dann weiter nach Oſten die ebenfalls mit Vulcanen verſehenen Banda- und nördlich von dieſen die Molukken-Inſeln an.

D. Vulcane um und in Auſtralien.

Das Feſtland von Auſtralien ſcheint vulcanenleer zu ſein, aber um daſſelbe herum zieht ſich ein weiter den Umriſſen ſeiner Küſten folgender, Gürtel von vulcaniſchen Inſeln. Dieſer Gürtel beginnt im Norden von Auſtralien mit der Inſel Neuguinea und zieht von da ſüdoſtwärts über die Salomonsinſeln und Neuen Hebriden nach Neu-Seeland, welches gewiſſermaßen den Concentrationspunkt für die ganze Reihe der aus dem Indiſchen Ocean nach Oſten ziehenden und ſich dann über Neuguinea um Auſtralien herum wendenden Vulcaninſeln bildet und außer zahlreichen, zum größeren Theile gegenwärtig ruhenden, Vulcanen noch eine große Menge von Kochquellen, Fumarolen und Solfataren enthält. In der nördlichen Hälfte von Neuſeeland allein liegen vier Vulcane, unter denen der äußerſt regelmäßig geſtaltete und von ſeiner mit Schnee bedeckten Spitze aus ſtrahlig gerippte, 7764 Fuß hohe, Mount Egmont oder Taranaki gegenwärtig erloſchen erſcheint, während öſtlich davon der 5630 Fuß hohe Tongariro und der 9000 Fuß hohe Edgecumbo noch thätig iſt.

E. Vulcane Polyneſiens.

Mitten im großen Oceane und entfernt von allen Erdtheilen liegt zu beiden Seiten des Aequators zwiſchen dem 25° nördl. Breite und dem 20° ſüdl. Breite eine große Schaar von Inſelgruppen, welche man zuſammen Polyneſien nennt und als das Gerüſte eines zukünftigen Erdtheiles betrachtet. Viele von dieſen Inſeln ſind gegenwärtig niedrig, flach und als Gebilde theils von Korallen-Colonieen theils von aufgeſchwemmten Schuttmaſſen zu betrachten, aber in ihrer Fundamentbildung Werke unterſeeiſcher und durch Erderſchütterung wieder in die Meerestiefe eingeſunkener Inſelvulcane; dieſes Alles gilt hauptſächlich von den ſogenannten Niedrigen Inſeln. Zahlreiche andere dieſer Inſeln aber (— die ſogenannten Hohen Inſeln —) ſind noch gegenwärtig der Sitz mächtiger, zum Theil ſcheinbar erloſchener, Vulcane. Die wichtigſten dieſer Vulcaneninſeln ſind:

1) die zwiſchen dem 20° und 25° nördl. Breite und im 220° öſtl. Länge v. F. liegenden Sandwichinſeln, auf deren größter, der Inſel Hawaii, der ſanftanſteigende, 13,760 Fuß hohe Mauna Loa zwei gewaltige Krater hat, nemlich einen erloſchenen, mit ewigem Schnee bedeckten, Gipfelkrater (Mokna-

weoweo) und einen, an ſeinem nordöſtlichen Abhange in 3630 Fuß Höhe gelegenen, Seitenkrater, den fortwährend mit kochender, flüſſigen Lava erfüllten und ſo einen Lavaſee darſtellenden, über 14000 Fuß im Durchmeſſer haltenden, Kilauea (ſ. Fig. 79). — Auf Hawaii liegen außerdem noch zwei thätige Vulcane, nemlich der 10,390 Fuß hohe Mauna-Harari und der Ponahohoa. §. 87.

2) die zwiſchen dem 10° und 20° nördl. Breite und dem 160° und 170° öſtl. Länge von Ferro liegenden Marianen mit 9 Vulcanen, darunter 3 thätige.
3) die zwiſchen dem 15° und 20° ſüdl. Breite und 200° und 205° öſtl. Länge liegenden Freundſchaftsinſeln mit mehreren, noch thätigen Vulcanen.
4) die zwiſchen dem 15° und 20° ſüdl. Breite und 220° und 230° öſtl. Länge liegenden Geſellſchaftsinſeln, unter denen Tahiti den gegenwärtig ruhenden, 11,500 Fuß hohen Vulcan Tobreonu beſitzt.

F. Vulcane in und um Amerika.

Während bei den übrigen Erdtheilen die meiſten und bedeutendſten Vulcane auf den, dieſe Erdtheile umgürtenden ‚Inſelreihen auftreten, zeigen ſich dieſelben in größter Zahl und mächtigſter Erhebung in Amerika gerade auf deſſen Feſtlande. An der Weſtküſte dieſes über 2000 Meilen langen, von Süd nach Nord ausgedehnten Continentes ſtreicht der mächtige Wall der Cordilleren oder Anden. Und gerade auf dem Plateau-Rücken dieſes Rieſengebirgszuges erheben ſich die meiſten Vulcane, um die höchſten Gipfel deſſelben zu bilden.

I. Auf dem Feſtlande Südamerikas zeigen ſich in dieſer Weiſe zuerſt in Patagonien, nordwärts an der Grenze von Chile, deutliche Spuren von Vulcanen; aber das eigentliche Reich derſelben beginnt erſt mit dem Beginne der Anden von Chile, etwa im $43\frac{1}{2}$° ſüdl. Breite.
   a. In den Anden von Chile machen ſich nun von Süd nach Nord hin in einer Ausdehnung von über 200 Meilen 33 größere (nach L. v. Buch 24) Vulcane bemerklich. Die ſüdlichſten unter ihnen ſind der 6300 Fuß hohe Yanteles und der über 7000 Fuß hohe Corcobado; weiterhin folgt der immer rauchende, großartige, am weſtlichen Fuße der Anden gelegene, Vulcan von Villarica und endlich der 21,770 Fuß hohe Aconcagua, ziemlich in der Mitte Chiles und der höchſte Berg der chileniſchen Anden.
   b. Nach einem 165 Meilen langen Landeszwiſchenraume, welcher ſtatt von vulcaniſchen Eruptionen von häufigen Erdbeben heimgeſucht wird, beginnt die Vulcanenreihe von Bolivia und Ober-Peru etwa im $21\frac{1}{2}$° ſüdl. Br. und zieht wenigſtens 85 Meilen weit bis zum 15° ſüdl. Breite. Auf ihr erheben ſich 15 hohe Vulcane, unter

§ 7.

denen der Atacama der südlichste und der Chuquibamba der nördlichste, aber der 20,600 Fuß hohe Sahama und der über 17,000 Fuß hohe Vulcan von Arequipa der höchste ist.

c. Abermals nach einem Landeszwischenraume von etwa 225 Meilen folgt nun nach Norden die Doppelreihe der Vulcane von Quito und Neugranada. Die etwa 105 Meilen lange Reihe von Quito umfaßt 17 meist thätige Vulcane, unter denen der 16,080 Fuß hohe Sangay, der 15,264 Fuß hohe Tunguragua, der 17,712 Fuß hohe, immer thätige Cotopaxi und der 17,956 Fuß hohe, sehr regelmäßig kegelförmige Antisana am bemerkenswerthesten sind. Die west-nördlich von dieser Reihe gelegene zweite aber enthält namentlich den 17,600 Fuß hohen Pichincha und den 14,700 Fuß hohen Cumbal.

II. Auf dem Festlande von Centralamerika, zu welchem hier einerseits Honduras und Guatemala (ein 190 Meilen langes Gebiet) und andererseits Mexico (ein 140 Meilen langes Gebiet) gerechnet wird, erheben sich

a. in Costa-Rica, Honduras-Guatemala über 50 Vulcane, welche zum großen Theile noch thätig sind und sich namentlich am See von Nicaragua und westlich von der Stadt Guatemala zusammendrängen;

b. in Mexico aber 14 größere Vulcane, unter denen namentlich der 16,600 Fuß hohe Popocatepetl, der 16,300 Fuß hohe Citlaltepetl, der erst im Jahre 1759 entstandene und 4000 Fuß hohe Jorullo und der 11,260 Fuß hohe Colima bemerkenswerth sind.

III. Auf dem Festlande von Nordamerika treten zunächst im nördlichen Theile der Halbinsel Californien einige, noch nicht genau bekannte, Vulcanenberge auf, dann aber folgen weiter im Norden der Westküste, namentlich in Russisch Nordamerika der 16,758 Fuß hohe Eliasberg, der 13,800 Fuß hohe Schönwetterberg (Cerro de Buen Tiempo) und der 14,442 Fuß hohe Masta Peak. — Auf der Halbinsel Aliaska oder Aläska endlich sind bis jetzt 5 Vulcane bekannt geworden.

IV. Auf den Inseln um Amerika machen sich vorzüglich folgende Vulcane bemerklich:

a. an der Westseite im großen Oceane:

1) auf der, von der Halbinsel Aliaska mit einem nach Norden gerichteten Bogen abziehenden, etwa 170 Meilen langen, durchgehends vulcanischen Reihe der Aleuten, unter denen die erst im Jahre 1796 entstandene Insel Joanna Bogoßlowa besonders zu bemerken ist, 48 meist noch thätige Vulcane, auf der Insel Unimack allein wenigstens sechs derselben, so z. B. der 8000 Fuß hohe Schischaldin;

2) auf den, im Aequator und an der Weſtküſte Süd- §. 87.
amerikas liegenden, Galopagos-Inſeln mehr als
2000 Krater.

b. an der Oſtſeite Amerikas im atlantiſchen Oceane:

1) hoch im Norden und Grönland gegenüber die vulcanen-
reiche Inſel Island mit 26, meiſt noch thätigen,
großen Vulcanen, welche eine von Südſüdweſt nach
Nordnordoſt gerichtete Reihe bilden, und unter denen
der unaufhörlich thätige Hekla und der gegenwärtig
ruhende Oriſa- oder Oeräfa-Jökul am meiſten
hervortreten. Die Jökuls ſind eisbedeckte Berge und
bilden die größten Höhen in Island. Der ausgedehnteſte
iſt der Kloſa Jökul im Oſten; er liegt hinter dem
Höhenzuge, welcher der ſüdöſtlichen Küſte folgt, und
bildet eine weite Verzweigung von Schnee- und Eis-
bergen. Im Norden ſind die Berge nicht hoch, im
Oſten befindet ſich der Oriſa Jökul von 6280 Fuß
Höhe; der höchſte Berg auf Island, von welchem man
ein beſtimmtes Maß hat. Der berühmte Hekla liegt
im Südweſten, etwa 50 Kilometer landeinwärts. Dieſer
Vulcan iſt mehr bemerkenswerth wegen der Häufigkeit
und Heftigkeit ſeiner Ausbrüche, als wegen ſeiner Höhe,
die nur etwa 5200 Fuß beträgt. Uebrigens beſtehen
außer etwa dreißig vulcaniſchen Bergen noch eine große
Anzahl von kleinen Kratern, welche Lava über ihre
Umgebung ergießen. Während des letzten Jahrhunderts
ſind neun Vulcane thätig geweſen, vier im Norden
und fünf, die beinahe in einer geraden Linie längs der
ſüdlichen Küſte liegen.

2) Die nördlich von Island nach Grönland zu gelegene
Inſel Jan-Meyen mit dem 6450 Fuß hohen Vulcan
Beerenberg.

3) Die Vulcanenreihe der kleinen Antillen, welche
mit einem 90 Meilen langen, nach dem atlantiſchen
Oceane hin gewendeten Bogen von Südamerika aus
nach der groß-antilliſchen Inſel Haiti hinziehen, mit
zahlreichen, gewiſſermaßen eine unterbrochene Kette bil-
denden Vulcanen, von denen ſich namentlich die Vulcanen-
inſeln Martinique, St. Vincent und Dominique auszeichnen.

G. Vulcane in Victorialand.

James Roß entdeckte im $77\frac{1}{2}^{0}$ ſüdl. Breite unweit der Küſten
s polaren Victorialandes den gegenwärtig noch thätigen, 11,700 Fuß
hen Vulcan Erebus und den ſcheinbar erloſchenen, 10,200 Fuß
hen, Terror. Außerdem hat Bellinghauſen auf der, im
3^{0} 18′ ſüdl. Breite und 27^{0} 28′ 53″ weſtl. Länge von Greenwich
legenen Inſel Sawadowski einen dampfenden Vulcan gefunden.

B. Vulcane in und um Afrika.

§. 87. I. Das Feſtland Afrikas zeigt gegenwärtig nur an ſeinen Weſt- und Oſtküſten Spuren von Vulcanen. An ſeinen Oſtküſten tritt nach Rochet in Abeſſinien eine Gruppe erloſchener Vulcane auf, in welcher ſich indeſſen auch noch der thätige Vulcanberg Dofane befinden ſoll; und an ſeiner Weſtküſte lagern am Buſen von Guinea die erloſchenen (?) Cameronberge und der noch thätige Vulcan Zambi. — So arm nun auch das afrikaniſche Feſtland an Vulcanen iſt, ſo reich an denſelben ſind

II. die Inſeln um Afrika.

a. Auf der Weſtſeite liegt im atlantiſchen Oceane

1) die Inſelreihe der Azoren, welche eine Vulcanenreihe von 80 Meilen Länge bildet, deren Vulcane mit Ausnahme einiger wenigen, z. B. des auf der Inſel Pico liegenden 7300 Fuß hohen, Pico Alto, freilich ſämmtlich erloſchen ſind;

2) die Inſel Madeira mit dem Pico Ruivo und der Cima de Foringas;

3) die gekrümmte, von Weſten nach Oſten ziehende, faſt 60 Meilen lange, Reihe der Canariſchen Inſeln, unter denen namentlich die Inſeln Gran Canaria, Teneriffa mit dem 11,400 Fuß hohen Pico de Teyde und Palma durch prachtvolle Ringwallkrater ausgezeichnet ſind;

4) die Gruppe der Capverdiſchen Inſeln mit dem 8600 Fuß hohen, ſteilen, baſaltiſchen, erloſchenen Fuego;

5) die Einzel-Vulcaneninſeln Aſcenſion, St. Helena und Triſtan da Cunha, lauter erloſchene Vulcane.

b. Auf der Oſtſeite liegt im indiſchen Oceane die Inſel Madagascar mit mehreren Vulcanen, die baſaltiſche, fortwährend thätige, Vulcaninſel Mauritius mit einem dreikraterigen Eruptionskegel von 7500 Fuß und die erloſchene Vulcaninſel Isle de France. — Im rothen Meere endlich liegen die zum Theil erloſchenen Vulcaneninſeln Perim, Teir und Sebair.

C. Vulcane in und um Aſien.

I. Das Feſtland Aſiens iſt ebenfalls arm an Vulcanen, indem im Binnenlande dieſes maſſigſten aller Erdtheile nur die immer noch etwas problematiſchen beiden Vulcane Peſchan und Hotſcheu, ſowie die Solfatara von Urumtſi — beide im Gebiete des Thian-Schan, etwa im 42° nördl. Breite und zu beiden Seiten des 105° öſtl. Länge — vorkommen. — Dagegen erſcheinen die weſtlichen und öſtlichen Küſtenländer Aſiens reicher an theils erloſchenen theils noch thätigen Vulcanen. So liegen

a. im Weſten auf der Halbinſel Kleinaſien 30 erloſchene Vulcane, unter denen ſich der trachytiſche 12,400 Fuß hohe Argäus oder Arghi-Dagh bei Caeſarea und der 8000 Fuß hohe Haſſan-

Dagh am bemerklichſten machen. Noch reicher iſt Armenien, §. 87.
in welchem unter anderen der ſüdlich vom Araxes liegende, aus Andeſit gebildete, 16,200 Fuß hohe Ararat noch im Jahre 1840 eine Eruption gezeigt hat. Auch der Kaukaſus trägt auf ſeinem Rücken mehrere Vulcane, unter denen namentlich der 17,350 Fuß hohe Elbrus und der 15,500 Fuß hohe Kasbek ſich bemerklich machen. Endlich dampft noch gegenwärtig der ſüdlich vom Kaſpiſee bei Teheran gelegene, 13,800 Fuß hohe Demawend. — Wie in Kleinaſien, ſo hat man auch an der Küſte Arabiens bei Medina, Mocha und Aden zahlreiche, zum Theil noch jetzt thätige Vulcane gefunden.

b. Im Oſten Aſiens iſt namentlich die Halbinſel Kamtſchatka der Tummelplatz zahlreicher Vulcane. Nicht weniger als 38 Vulcane und unter dieſen 20 noch thätige ziehen von Süd nach Nord in zwei parallelen Reihen und werden durch eine Mittelreihe erloſchener Vulcane von einander getrennt. Die beiden bedeutendſten unter der großen Schaar dieſer noch immer thätigen Vulcane (Sopka) ſind der 10,518 Fuß hohe Koriazkaja Sopka und der 14,790 Fuß hohe Kliutſchewskaja Sopka.

II. Die Inſeln um Aſien ſind außerordentlich reich an Vulcanen.

a. An der Oſtſeite Aſiens im großen Ocean zwiſchen dem Aequator und 50° nördl. Breite liegt zunächſt die mit 20, zum Theil noch thätigen, Vulcanen verſehene und eine Fortſetzung von Kamtſchatka bildende, 150 Meilen lange, Kettenreihe der Kurilen. An ſie ſchließen ſich ſüdwärts die japaniſchen Vulcaneninſeln, unter denen Nipon 6 und Jeſo 17 Vulcane zählt. Der bedeutendſte derſelben iſt der auf Nipon gelegene, mit ewigem Schnee bedeckte, Fuſiyama. — Weiter ſüdwärts von den japaniſchen Inſeln liegt die Inſel Formoſa mit 4 Vulcanen, unter denen 3 noch thätig ſind; und dann ſüdlich von dieſer zeigt die Reihe der Philippinen auf der Inſel Luzon allein, namentlich auf der Halbinſel Camarines, 10 Vulcane.

b. An der Südſeite Aſiens im indiſchen Oceane liegt zunächſt im Buſen von Bengalen und öſtlich von den Andaman-Inſeln Barren-Island mit einem 1700 Fuß hohen, immer thätigen, zuſammengeſetzten Vulcane; dann aber folgt die vulcanenreiche, zwiſchen dem 5° nördl. Breite und dem 10° ſüdl. Breite von Weſten nach Oſten ziehende, Reihe der Sundainſeln, unter denen Sumatra 19 Vulcane und 7 noch thätige beſitzt, z. B. den 11,550 Fuß hohen Gunung Dempo, den 12,380 Fuß hohen Berapi und den 14,076 Fuß hohen Kaſumbra. An Sumatra ſchließt ſich Java mit 100 zum Theil noch thätigen, in zwei Reihen ziehenden, Vulcanen, unter denen namentlich der 7028 Fuß hohe Papandayang, der faſt 7000 Fuß hohe Gunung-Guntur, der 8463 Fuß hohe Patuha, der 6130 Fuß hohe Tankuban-Prahu mit einem 3000 Fuß weiten und 900 Fuß tiefen Krater, der 10,348 Fuß hohe,

§. 87. äußerſt regelmäßige und ſtrahlig gerippte, Gunung Sumbing und der Gunung Merapi ſich bemerklich machen. — Oeſtlich von Java lagern die Vulcaneninſeln Sumbawa, Flores und nördlich von dieſen die Inſel Celebes mit 11 Vulcanen. An dieſe letztgenannte Inſel reihen ſich dann weiter nach Oſten die ebenfalls mit Vulcanen verſehenen Banda- und nördlich von dieſen die Molukken-Inſeln an.

D. Vulcane um und in Auſtralien.

Das Feſtland von Auſtralien ſcheint vulcanenleer zu ſein, aber um daſſelbe herum zieht ſich ein weiter den Umriſſen ſeiner Küſten folgender, Gürtel von vulcaniſchen Inſeln. Dieſer Gürtel beginnt im Norden von Auſtralien mit der Inſel Neuguinea und zieht von da ſüdoſtwärts über die Salomonsinſeln und Neuen Hebriden nach Neu-Seeland, welches gewiſſermaßen den Concentrationspunkt für die ganze Reihe der aus dem Indiſchen Ocean nach Oſten ziehenden und ſich dann über Neuguinea um Auſtralien herum wendenden Vulcaninſeln bildet und außer zahlreichen, zum größeren Theile gegenwärtig ruhenden, Vulcanen noch eine große Menge von Kochquellen, Fumarolen und Solfataren enthält. In der nördlichen Hälfte von Neuſeeland allein liegen vier Vulcane, unter denen der äußerſt regelmäßig geſtaltete und von ſeiner mit Schnee bedeckten Spitze aus ſtrahlig gerippte, 7764 Fuß hohe, Mount Egmont oder Taranaki gegenwärtig erloſchen erſcheint, während öſtlich davon der 5630 Fuß hohe Tongariro und der 9000 Fuß hohe Edgecumbo noch thätig iſt.

E. Vulcane Polyneſiens.

Mitten im großen Oceane und entfernt von allen Erdtheilen liegt zu beiden Seiten des Aequators zwiſchen dem 25° nördl. Breite und dem 20° ſüdl. Breite eine große Schaar von Inſelgruppen, welche man zuſammen Polyneſien nennt und als das Gerüſte eines zukünftigen Erdtheiles betrachtet. Viele von dieſen Inſeln ſind gegenwärtig niedrig, flach und als Gebilde theils von Korallen-Colonieen theils von aufgeſchwemmten Schuttmaſſen zu betrachten, aber in ihrer Fundamentbildung Werke unterſeeiſcher und durch Erderſchütterung wieder in die Meerestiefe eingeſunkener Inſelvulcane; dieſes Alles gilt hauptſächlich von den ſogenannten Niedrige Inſeln. Zahlreiche andere dieſer Inſeln aber (— die ſogenannten Hohen Inſeln —) ſind noch gegenwärtig der Sitz mächtiger, zum Theil ſcheinbar erloſchener, Vulcane. Die wichtigſten dieſer Vulcaneninſeln ſind:

1) die zwiſchen dem 20° und 25° nördl. Breite und im 220° Länge v. F. liegenden Sandwichinſeln, auf deren größter der Inſel Hawaii, der ſanftanſteigende, 13,760 Fuß hohe Mauna Loa zwei gewaltige Krater hat, nemlich einen erloſchenen, mit ewigem Schnee bedeckten, Gipfelkrater (Mo-

licher Hauptkrater fehlt, ſo daß ihre Ausbrüche nur aus Spalten an den Abhängen des Vulcanberges erfolgen, ſo z. B. am Antiſana in Südamerika und am großen Ararat. — Außerdem kommt es aber auch vor, daß noch in der Entwickelung begriffene Vulcane zugleich zwei, von einander getrennte, Hauptkrater, — einen Gipfel- und Seitenkrater — beſitzen. Dieſes iſt z. B. der Fall bei dem ſchon erwähnten, auf der Inſel Hawaii liegenden, Vulcane Mona Loa, deſſen Gipfelkrater 3970 Meter im Durchmeſſer hält, während ſein Seitenkrater, der mächtige Kilauea, einen Durchmeſſer von 4700 Meter zeigt (Fig. 79. 80). Ebenſo zeigt der Pic von Teneriffa am weſtlichen Abhange ſeines Gipfels einen Seitenkrater (Chahorra) von 2000 Fuß Durchmeſſer. — §. 89.

Fig. 79.

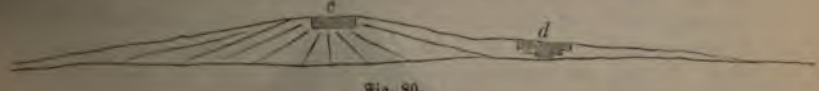


Fig. 80.

Inſel Hawaii (Sandwichinſel).
a. Mauna Kea. b. Hualalei-Krater. c. Mauna Loa mit dem Mokuaweoweo-Krater. d. Kilauea-Krater. e. Lavaſtröme.

Nähere Angaben über den Krater und den Eruptionskanal.

1) Was zunächſt die äußere Geſtalt des Kraters betrifft, ſo nähert ſich dieſelbe der Form eines kreis- oder eirunden Keſſels, während der Durchmeſſer und die Tiefe deſſelben bei den verſchiedenen Vulcanen ſehr verſchieden groß iſt. So hat z. B. der Krater

des Veſuvs	eine Tiefe v.	600′	u. als größten Durchm.	2300′
des Aetna	„ „ „	1000′	„ „ „ „	1500′
des Stromboli	„ „ „	600′	„ „ „ „	2000′
des Volcano	„ „ „	600′	„ „ „ „	3000′
des Pic von Teneriffa	„ „ „	120′	„ „ „ „	600′
des Kilauea	„ „ „	1000′	„ „ „ „	14000′
des Toluca (Mexico)	„ „ „	1150′	„ „ „ „	3000′
des Popocatepetl (Mex.)	„ „ „	1000′	„ „ „ „	5000′
des Pichincha (Quito)	„ „ „	1500′	„ „ „ „	5000′

2) An jedem Krater unterſcheidet man den Kraterrand, welcher gewöhnlich ſchmal und unregelmäßig gezackt, oft auch an verſchiedenen

§. 87. denen der Atacama der ſüdlichſte und der Chuquibamba der nördlichſte, aber der 20,600 Fuß hohe Sahama und der über 17,000 Fuß hohe Vulcan von Arequipa der höchſte iſt.

c. Abermals nach einem Landeszwiſchenraume von etwa 225 Meilen folgt nun nach Norden die Doppelreihe der Vulcane von Quito und Neugranada. Die etwa 105 Meilen lange Reihe von Quito umfaßt 17 meiſt thätige Vulcane, unter denen der 16,080 Fuß hohe Sangay, der 15,264 Fuß hohe Tunguragua, der 17,712 Fuß hohe, immer thätige Cotopaxi und der 17,956 Fuß hohe, ſehr regelmäßig kegelförmige Antiſana am bemerkenswertheſten ſind. Die weſt-nördlich von dieſer Reihe gelegene zweite aber enthält namentlich den 17,600 Fuß hohen Pichincha und den 14,700 Fuß hohen Cumbal.

II. Auf dem Feſtlande von Centralamerika, zu welchem hier einerſeits Honduras und Guatemala (ein 190 Meilen langes Gebiet) und andererſeits Mexico (ein 140 Meilen langes Gebiet) gerechnet wird, erheben ſich

a. in Coſta-Rica, Honduras-Guatemala über 50 Vulcane, welche zum großen Theile noch thätig ſind und ſich namentlich am See von Nicaragua und weſtlich von der Stadt Guatemala zuſammendrängen;

b. in Mexico aber 14 größere Vulcane, unter denen namentlich der 16,600 Fuß hohe Popocatepetl, der 16,300 Fuß hohe Citlaltepetl, der erſt im Jahre 1759 entſtandene und 4000 Fuß hohe Jorullo und der 11,260 Fuß hohe Colima bemerkenswerth ſind.

III. Auf dem Feſtlande von Nordamerika treten zunächſt im nördlichen Theile der Halbinſel Californien einige, noch nicht genau bekannte, Vulcanenberge auf, dann aber folgen weiter im Norden der Weſtküſte, namentlich in Ruſſiſch Nordamerika der 16,758 Fuß hohe Eliasberg, der 13,800 Fuß hohe Schönwetterberg (Cerro de Buen Tiempo) und der 14,442 Fuß hohe Maſta Peak. — Auf der Halbinſel Aliaska oder Aläska endlich ſind bis jetzt 5 Vulcane bekannt geworden.

IV. Auf den Inſeln um Amerika machen ſich vorzüglich folgende Vulcane bemerklich:

a. an der Weſtſeite im großen Oceane:

1) auf der, von der Halbinſel Aliaska mit einem nach Norden gerichteten Bogen abziehenden, etwa 170 Meilen langen, durchgehends vulcaniſchen Reihe der Aleuten, unter denen die erſt im Jahre 1796 entſtandene Inſel Joanna Bogoßlowa beſonders zu bemerken iſt, 48 meiſt noch thätige Vulcane, auf der Inſel Unimack allein wenigſtens ſechs derſelben, ſo z. B. der 8000 Fuß hohe Schiſchaldin;

längst schon abgestorbenen Vulcane; der Vulcanberg ist demnach das gewaltige steinerne Denkmal, welches sich jeder Vulcan selbst aus den, von ihm aus dem Erdinnern zur Erdoberfläche emporgehobenen Steinmassen aufbaut, aus welchem man also erkennen kann, zunächst welche Massen im Innern der Erde zubereitet werden, wie sich diese Massen an der Oberfläche der Erde im Zeitverlaufe verändern und wie sich in dieser Beziehung die Vulcane der Gegenwart zu denen der Vergangenheit verhalten; sodann ob ein Vulcan nur eine einmalige oder eine in verschiedenen Zeiträumen wiederkehrende Thätigkeit besessen; ferner welche Veränderungen die Gestalt des Vulcanberges selbst im Zeitverlaufe erlitten hat; endlich welchen Einfluß die Vulcane auf die Entwickelung und Veränderungen der Erdrinde überhaupt ausgeübt haben. Nach allem diesen sind demnach die Vulcanberge wichtige geologische Documente für die Lebensgeschichte nicht nur der einzelnen Vulcane, sondern der ganzen Erdrinde und haben gewissermaßen eine ähnliche Bedeutung, wie die Organismenreste in den Ablagerungen der verschiedenen Formationen.

§. 90. **Dimensions- und Formungsverhältnisse der Vulcanberge.** — Die jetzt noch thätigen oder erst seit Menschengedenken ruhenden Vulcane sind von verschiedener Höhe, indem einige von ihnen, wie der Aconcagua mit 22,434 Fuß, der Cotopaxi mit 17,712 Fuß, der Pic von Teneriffa mit 11,408 Fuß und der Aetna mit 10,200 Fuß, mächtige Hochgipfel bilden, während andere sich kaum 100 Fuß über ihre Unterlage erheben. Ueberhaupt ist ihre Höhe, so lange sie noch auswerfen, vielfachen Veränderungen unterworfen und nimmt bald zu, wie dieses z. B. bei dem Vesuv, welcher seit 40 Jahren um etwa 150 Meter höher geworden, der Fall ist, bald ab, wie z. B. am Hekla durch die letzten Ausbrüche. — Wie in ihrer Höhe, so sind diese Vulcane auch in der Formung ihrer Bergabhänge mancherlei Veränderungen unterworfen. Besteht ihre Bildungsmasse aus losen oder nur locker zusammenhängenden Auswurfssubstanzen, z. B. aus vulcanischem Grus, Sand, Tuff oder Asche, so reißen starke Regengüsse, wie sie ja so häufig nach vulcanischen Eruptionen eintreten, in diese locker-verbundenen Bestandesmassen tiefe Wasserrisse, welche am Gipfel der Vulcanenberge schmal und seicht beginnen, dann weiter am Abhange der letzteren allmählich immer breiter und tiefer werden und zuletzt am Fuße der Berge tiefe, writtklaffende Regenschluchten bilden. Ist nun ein solcher vulcanischer Kegelberg sehr regelmäßig geformt und seine Bildungsmasse sehr gleichmäßig, so erscheint er zuletzt in seinem ganzen Umfange von strahlig abwärts ziehenden Rippen und Furchen bedeckt. Diese Erscheinung tritt ganz besonders entwickelt an mehreren Vulcanen Javas, (z. B. am Gunung Sumbing) (Fig. 82), Neuseelands (z. B. am Mount Egmont) und in den Anden Südamerikas (z. B. am Cotapaxi) auf. An Vulcanenbergen, welche einen tiefen, breiten, vorherrschend aus Tuff- oder zerbröckelten Lavamassen bestehenden, Gipfelkrater besitzen, kommt es dann auch vor,

§. 88. **Folgerungen aus der geographischen Verbreitung der Vulcane.** — Aus der eben mitgetheilten Uebersicht der Vulcanen-Verbreitung auf der Erdoberfläche lassen sich folgende allgemeine Sätze über das Auftreten der Vulcane auf der Erde aufstellen:

1) Die Vulcane sind zwar an keine Zone und keine Region der Erdoberfläche gebunden, treten aber trotzdem in manchen Gebieten der Erdoberfläche häufiger und stärker auf als in anderen:

a. Das Gebiet des großen Oceans ist reicher an Vulcanen als das des atlantischen, ja das erstere ist der Hauptsitz der Vulcangruppen.

b. An der östlichen Küste der einzelnen Erdtheile liegen weit mehr Vulcaninselreihen als an der westlichen; dafür aber besitzen die Festländer die meisten Vulcanenreihen auf ihren westlichen Küstengebieten und Halbinseln.

c. Indessen kommen auf der Oberfläche des Erdkörpers doch zwei Zonen vor, welche entweder gar keine oder doch nur schon in der vorgeschichtlichen Zeit erloschene Vulcane besitzen. Es sind dieses die Ländergebiete zu beiden Seiten des 50° nördl. und des 10° bis 15° südl. Breite; sie bilden zugleich an manchen Stellen dieser beiden Zonen die Erdbebengebiete.

2) Die Vulcane befinden sich vorherrschend in der Nähe der Meere oder in diesen letzteren selbst, was, — wie oben schon erwähnt, — auf eine Mitwirkung des Meerwassers auf die Bildung von Vulcanen schließen läßt.

3) Sie liegen dann entweder auf den Küstenländern, namentlich den Halbinseln, der Continente oder auf den Inseln.

4) Die Vulcaninseln liegen vorherrschend parallel den Continentalküsten und häufig in der Verlängerungslinie der Halbinseln, so daß sie als Fortsetzungen oder als losgebrochene Theile dieser letzteren zu betrachten sind.

5) Die in Reihen liegenden Vulcaninseln bilden gewöhnlich Parallelreihen mit den nahe liegenden Continentalküsten oder Halbinseln. Dieser Parallelismus ihrer Lage sowohl, wie auch die Nähe der Continente deutet auf Längsspalten hin, welche bei der Emporhebung der Continentalmassen in der Erdrinde entstanden sind und nun von den in die Höhe drängenden vulcanischen Massen zu ihren Durchbruchsstellen benutzt werden.

6) Die in der Gegenwart noch thätigen — und überhaupt wohl auch die in den späteren vorgeschichtlichen Erdrindebildungsperioden thätig gewesenen — Vulcane befördern wohl die Landesbildung durch ihre Eruptionsmassen, aber nicht durch Hebung der von ihnen durchbrochenen Erdrindebildungen. Höchstens vermögen die mit den vulcanischen Eruptionen gewöhnlich verbundenen Erderschütterungen die in der näheren Umgebung eines tobenden Vulcanes vorhandenen Erdgebiete zu verschieben, zu versenken oder auch zu heben.

7) Da Vulcane in allen Gebieten der Erdoberfläche auftreten und bei ihren Eruptionen im Allgemeinen immer dieselben Erscheinungen wahrnehmen lassen, so hat man daraus gefolgert, daß sie alle ein gemeinschaftliches Laboratorium im Erdinnern haben müßten, von welchem aus dann die zubereiteten Eruptivstoffe sich nach allen Richtungen hin verbreiten und dann da aus der Erdoberfläche hervortreten könnten, wo entweder die geringere Mächtigkeit der Erdrinde oder Spalten in der letzteren ihren Durchbruch gestatteten. Wenn man nun aber bedenkt, daß nachweisbar

§. 90.

1) Bei vollſtändig erloſchenen Vulcanbergen wird durch den Verwitterungs- und Abſchlämmungsproceß der eigentliche Krater allmählich ſo vollſtändig weggefluthet, daß auf ihren Gipfeln nur noch die bis zur Mündung des Eruptionskanales emporgedrungene und dieſe Mündung vollſtändig verſchließende, ſchwer verwitternde Eruptionsmaſſe bemerkbar iſt. In dieſem Falle zeigt der Vulcanberg einen abgerundeten Gipfel, ſo daß ſeine ganze Geſtalt glocken- oder domähnlich wird, daher der Namen: Glocken- oder Domvulcane. Dieſe kraterlos gewordenen Vulcanberge bilden in ihrer Form einen Uebergang zu den eigentlichen kraterloſen Vulcanen, welche ſpäter noch näher betrachtet werden.

2) Bei noch nicht gänzlich erloſchenen, aber oft lange Zeiträume hindurch ruhenden, mit weiten Keſſelkratern verſehenen, Vulcanbergen kommt es vor, daß in Folge der Verwitterung und Eroſion die dünneren Gipfelwände des Kraters ſo ausgenagt werden, daß ſie zumal bei erneuten Ausbrüchen ihrer Vulcane zuſammenſtürzen und nur noch einen mehr oder weniger niedrigen, noch vollſtändig geſchloſſenen oder auch ſtellenweiſe ganz durchbrochenen, Ring- oder Hufeiſenwall (Circus) darſtellen. Dieſe Ringwälle, welche außen flach anſteigen, an ihrer inneren Kraterſeite aber ſteil abſtürzen, erſcheinen theils auf ihrem mannichfach zerriſſenen Grunde mit Ueberreſten vulcaniſcher Auswurfsproducte bedeckt, theils mit Waſſer erfüllt, welches entweder durch Regengüſſe (Kraterſeen) oder, wenn ſolche eingeſtürzte Vulcanberge im Meere liegen, durch eingedrungenes Meerwaſſer entſtanden ſind, wie dieſes bei allen vulcaniſchen Ring- oder Hufeiſeninſeln z. B. im griechiſchen Meere der Fall iſt. Sehr gewöhnlich bildet dann der wallförmig umringte Kraterboden den Tummelplatz ſpäter eintretender Eruptionen, ſo daß ſich innerhalb des Ringwalles ein neuer oder auch mehrere neue Eruptionskegel bilden, deren jeder dann ſeinen beſonderen Krater beſitzt; ja es kommt ſogar bei Vulcanen, welche nach langen Zeitzwiſchenräumen immer wieder von Neuem ausbrechen, vor, daß der innerhalb eines alten Kraterringwalles gebildete neue Ringwall auch allmählich zuſammenſtürzt und ſich innerhalb ſeines Walles abermals ein neuer, alſo ein dritter, Eruptionskegel entwickelt. Umſtehende Fig. 84, welche den auf der Inſel Java vorhandenen Vulcan Gunung Mĕrapi darſtellt, zeigt in dieſer Weiſe einen älteſten (a) und einen jüngeren (b) Ringwall, in deſſen Mitte ſich dann der jetzt noch thätige Eruptionskegel befindet. — Ebenſo liegt der jetzige Pic von Teneriffa in dem Ringwall oder Circus eines alten zuſammengebrochenen Kraters. — Auch der ſeit dem Jahre 79 n. Chr. entſtandene Eruptionskegel des Veſuvs hat einen ſolchen Ringwall, von welchem freilich gegenwärtig nur noch der an der Nordſeite des jetzigen Eruptionskegels gelegene Halbring der Somma vorhanden iſt (vgl. hierzu Fig. 75 u. 81). Endlich kommen auch innerhalb der vom Meere ausgefüllten vulcaniſchen Ring- oder Hufeiſeninſeln neuere Eruptionskegel vor; denn die Gruppe der Inſeln Santorin, Thera, Therafia und Aſproniſi,

§. 88. **Folgerungen aus der geographiſchen Verbreitung der Vulcane.** — Aus der eben mitgetheilten Ueberſicht der Vulcanen-Verbreitung auf der Erdoberfläche laſſen ſich folgende allgemeine Sätze über das Auftreten der Vulcane auf der Erde aufſtellen:

1) Die Vulcane ſind zwar an keine Zone und keine Region der Erdoberfläche gebunden, treten aber trotzdem in manchen Gebieten der Erdoberfläche häufiger und ſtärker auf als in anderen:

a. Das Gebiet des großen Oceans iſt reicher an Vulcanen als das des atlantiſchen, ja das erſtere iſt der Hauptſitz der Vulcangruppen.

b. An der öſtlichen Küſte der einzelnen Erdtheile liegen weit mehr Vulcaninſelreihen als an der weſtlichen; dafür aber beſitzen die Feſtländer die meiſten Vulcanenreihen auf ihren weſtlichen Küſtengebieten und Halbinſeln.

c. Indeſſen kommen auf der Oberfläche des Erdkörpers doch zwei Zonen vor, welche entweder gar keine oder doch nur ſchon in der vorgeſchichtlichen Zeit erloſchene Vulcane beſitzen. Es ſind dieſes die Ländergebiete zu beiden Seiten des 50° nördl. und des 10° bis 15° ſüdl. Breite; ſie bilden zugleich an manchen Stellen dieſer beiden Zonen die Erdbebengebiete.

2) Die Vulcane befinden ſich vorherrſchend in der Nähe der Meere oder in dieſen letzteren ſelbſt, was, — wie oben ſchon erwähnt, — auf eine Mitwirkung des Meerwaſſers auf die Bildung von Vulcanen ſchließen läßt.

3) Sie liegen dann entweder auf den Küſtenländern, namentlich den Halbinſeln, der Continente oder auf den Inſeln.

4) Die Vulcaninſeln liegen vorherrſchend parallel den Continentalküſten und häufig in der Verlängerungslinie der Halbinſeln, ſo daß ſie als Fortſetzungen oder als losgebrochene Theile dieſer letzteren zu betrachten ſind.

5) Die in Reihen liegenden Vulcaninſeln bilden gewöhnlich Parallelreihen mit den nahe liegenden Continentalküſten oder Halbinſeln. Dieſer Parallelismus ihrer Lage ſowohl, wie auch die Nähe der Continente deutet auf Längsſpalten hin, welche bei der Emporhebung der Continentalmaſſen in der Erdrinde entſtanden ſind und nun von den in die Höhe drängenden vulcaniſchen Maſſen zu ihren Durchbruchsſtellen benutzt werden.

6) Die in der Gegenwart noch thätigen — und überhaupt wohl auch die in den ſpäteren vorgeſchichtlichen Erdrindebildungsperioden thätig geweſenen — Vulcane befördern wohl die Landesbildung durch ihre Eruptionsmaſſen, aber nicht durch Hebung der von ihnen durchbrochenen Erdrindebildungen. Höchſtens vermögen die mit den vulcaniſchen Eruptionen gewöhnlich verbundenen Erderſchütterungen die in der näheren Umgebung eines tobenden Vulcanes vorhandenen Erdgebiete zu verſchieben, zu verſenken oder auch zu heben.

7) Da Vulcane in allen Gebieten der Erdoberfläche auftreten und bei ihren Eruptionen im Allgemeinen immer dieſelben Erſcheinungen wahrnehmen laſſen, ſo hat man daraus gefolgert, daß ſie alle ein gemeinſchaftliches Laboratorium im Erdinnern haben müßten, von welchem aus dann die zubereiteten Eruptivſtoffe ſich nach allen Richtungen hin verbreiten und dann da aus der Erdoberfläche hervortreten könnten, wo entweder die geringere Mächtigkeit der Erdrinde oder Spalten in der letzteren ihren Durchbruch geſtatteten. Wenn man nun aber bedenkt, daß nachweisbar

letzteren übrig bleibt, so daß von dem ehemaligen Eruptionskegel nur noch die, von der durchbrochenen Erdrindenmasse umschlossene, Mündung des Eruptionskanales zu bemerken ist. In der Regel sind dann diese, unter dem Namen der Maare oder Kesselkraterseen bekannten, in mancher Beziehung den Erdfällen nicht unähnlichen, Kraterkessel mit angesammeltem Regenwasser gefüllt und nicht selten dann die Bildungsplätze von Torfmooren. Sie sind nicht selten; in der Eifel sind mehrere derselben, so das Pulver-, Weinfelder und Gemündener Maar (sowie auch der Laacher See [?]); im Albaner Gebirge ist der schöne Albaner- und Nemisee; am reichsten daran aber ist Java, wo unter anderen der mit dem üppigsten Pflanzenwuchse umschlossene Kawah-Patua sehr deutlich erkennen läßt, daß er in dem Raume eines eingestürzten Kesselkraters ruht.

Es kann indessen ein solcher, in seine Umgebung tief eingesenkter Kesselkrater auch dadurch entstanden sein, daß die Wände des unmittelbar unter dem eigentlichen Krater befindlichen, höhlenartig erweiterten, Eruptionskanales durch aufsteigende heiße, säurenhaltige Dämpfe und Schmelze so mürbe gemacht wurden, daß sie in sich zusammenstürzten und so einen großen Höhlenraum bildeten, in welchen nun der über ihm befindliche Krater stürzte und so die Kesselvertiefung bildete, in welcher dann das durch Regenwasser entstandene Maar (oder Moor) entstand. Endlich ist es auch möglich, daß die in einem, nach Außen verstopften oder abgeschlossenen, Eruptionskanale sich anhäufenden Dämpfe und Gase sich mit einem Male einen Durchbruch, durch das sie absperrende Deckengestein erbrachen und dabei — ähnlich einer explodirenden Pulvermine — die Masse des letzteren so aus einander schleuderten, daß eine kesselartige Vertiefung an der durchbrochenen Stelle des Deckengesteines (— z. B. in der Eifel an der Grauwacke —) entstand, welche sich nun allmählich mit Regenwasser füllte.

Bau und Bestand der Vulcanberge der Gegenwart. — Wie jede Spalte zeigt, welche die Wände eines Kraters oder Vulcanberges — und namentlich eines Ringwalles — in ihrer ganzen Höhe und Breite quer durchschneidet, so besteht die Masse eines jeden ausgebildeten Vulcanberges aus schichtweise über einander liegenden, unter einem mehr oder weniger großen Winkel schief gegen den Gipfel des Eruptionskegels ansteigenden, Ablagerungsmassen von vulcanischen Auswurfsproducten. Die schief aufgerichtete Ablagerungsweise dieser Massen, welche vorzüglich an den Ringwällen der zusammengesetzten Vulcanberge zu bemerken ist, wurde früher nach dem Vorgange L. von Buch's und Alex. von Humboldt's durch die Annahme erklärt, daß bei dem späteren Ausbruche neuer Vulcanmassen die Ablagerungsmassen des früher schon gebildeten Kraterkegels eben durch die neue Eruptionsmasse mehr oder weniger in die Höhe gehoben worden seien, weshalb man auch diese alten, mit strahlig von dem neuen Eruptionskegel abfallenden Schichtlagen versehenen, Krater oder Ringwälle Erhebungskrater nannte. Die neueren Beobachtungen indessen haben allseitig dargethan, daß die schief aufgerichteten Schichtlagen dieser sogenannten Erhebungskrater nicht durch eine später erfolgte Hebung, sondern schon von vorn herein durch die Ablagerungsweise der, die Wandmassen der Krater bildenden, Auswurfs- §. 91.

[illegible] Wenn nemlich Schlamm oder auch [illegible] verquillt, so bildet er zunächst um diese [illegible] Ablagerung, welche bei zäh- oder träg- [illegible] doch wird und nach Außen hin sanft und [illegible] —30° abfällt, bei dünnflüssiger Auswurfs- [illegible] flach und flachkuppenförmig ist und nach [illegible] von 3 bis höchstens 10° bildet. Indem [illegible] sich neue Massen über den Wall der schon [illegible] unter denselben Winkeln, absetzen, so wird der so [illegible] Ringwall des Kraters aus lauter schichtähnlich über [illegible] Auswurfsmassen bestehen, welche nun alle vom oberen [illegible] einem, — je nach der Art der Bildungs- [illegible] großen, — Winkel nach dem Außengrunde [illegible] trahlig abfallen. Und wie mit den schlammigen [illegible] Auswurfsproducten, gerade so geschieht es auch mit [illegible] eines Vulcanes, welche sogar Schichtlagen von [illegible] um die Eruptionsöffnung bilden. Diese, aus schief [illegible] massen bestehende Zusammensetzung findet sich demnach [illegible] den sogenannten Erhebungs- oder Außenkratern, sondern [illegible] Eruptionskrater, welcher sich innerhalb des Raumes (Hofes [illegible] von einem alten Krater entwickelt hat, ja auch an jedem [illegible] einfachen Vulcanberge.

[illegible] kann man dieses alles an dem, von von Hochstetter [illegible] vortrefflichen Leitfaden der Geologie: „Die Erde") beschriebenen [illegible] Wellington auf dem Isthmus von Auckland in Neuseeland [illegible] Fig. 85. 86). „Nach einer wahrscheinlich langen Ruhe erfolgte

Fig. 85. Fig. 86.

Mount Wellington in Neuseeland
A Schlackenkegel. — c. trichterförmige Kratereinsenkungen.

[illegible] südlichen Rande eines alten Tuffkraters ein neuer Ausbruch, welcher [illegible] großen regelmäßigen Schlackenkegel des Mount Wellington (A) auf- [illegible] und von starken Lavaergüssen begleitet war. Auf kreisrunder

Baſis erhebt ſich mit einem ſteilen Böſchungswinkel von 30 — 32 ° dieſer §. 91.
jüngere Schlackenkegel, oben flach abgeſtumpft und ein Kraterfeld mit drei trichterförmigen Kratereinſenkungen einſchließend, von denen mächtige Lavaſtröme (D) in weſtlicher Richtung abfloſſen. (Fig. 86 giebt ein Profil dieſes Berges).

Nach allem eben Mitgetheilten wird demnach ein durch wiederholt wiederkehrende, ſtarke Eruptionen aufgeſchütteter, einfacher Vulcanberg bei vollſtändiger und regelmäßiger Ausbildung nach Hochſtetter aus folgenden Ablagerungsmaſſen beſtehen (Fig. 87):

Fig. 87.
Ausgebildeter Vulcankegel.
a. Tuffkegel. — b. Lavakegel. — c. Aſchenkegel.

1) Zu unterſt aus einem Grundbau, welcher aus einem flach anſteigenden Tuffkegel (a) gebildet wird;

2) darüber aus einem ſteiler anſteigenden, ebenfalls geſchichteten, aus ſtrahlig aus dem Krater abgefloſſenen Lavaſtrömen und zwiſchenlagernden Aſchen- und Schlackenſchichten beſtehenden Lavakegel (b);

3) zu oberſt aus einem ſteil anſteigenden, aus loſe aufgeſchütteten Schlacken- und Aſchenmaſſen gebildeten, Aſchen- und Schlacken- oder Schuttkegel (c).

Unter dieſen verſchiedenen Beſtandesmaſſen ſind jederzeit die Tuffbildungen die älteſten; ſie ſind als die erſten Auswurfsproben eines in der Entwickelung begriffenen, aber noch nicht zu voller Kraft gelangten Vulcanes zu betrachten und erſchöpften oft das Material und die Thätigkeit des letzteren ſo, daß er keine ſpäteren Eruptionen mehr vornehmen konnte, woher es auch kommt, daß viele, namentlich ältere und marine, Vulcane nur aus ihnen beſtehen. Ihre Maſſe beſtand jedoch urſprünglich aus loſen Auswürflingen und wurde erſt ſpäter durch hinzutretendes Waſſer — ſei es Regen- oder Meerwaſſer — verkittet und in Tuff umgewandelt. Hatte nun aber nach längerer Zeit der Ruhe ein ſolcher Vulcan ſich zur vollſten Thätigkeit erhoben, — war er gewiſſermaßen aus dem ſchwächlichen Jünglingsalter in das thatkräftige Mannesalter getreten, — dann ſchleuderte er nicht bloß vulcaniſchen Schutt, ſondern auch Lavaſtröme in ſolcher Menge aus, daß ſich auf ſeinem Tuffbau ein Lavakegel entwickeln konnte. Mit dieſer zweiten Ausbruchsperiode aber wurde meiſtens die Eruptionskraft des Vulcanes ſo geſchwächt, daß er in ſpäterer Zeit nur noch Schlacken- und Aſchenauswürfe, ſeltener einzelne Lavaſtröme, aus dem Hauptkrater ſeines Kegels emporzutreiben vermochte, ſo daß ſich auf der Höhe ſeines Lavenkegels wieder, wie beim Beginne ſeiner Laufbahn, nur ein Schuttkegel bilden konnte.

§. 91. Indessen konnte, wie schon angedeutet, ein in der Entwickelung begr
Vulcan schon nach einer einmaligen Eruption seine Thätigkeit ein
Darin liegt der Grund, warum es Vulcanberge giebt, welche e
nur aus losem Schutt, oder nur aus Tuff oder nur aus Lava oder
aus allen diesen Auswurfsmassen zugleich aufgebaut erscheinen, so b
Tuff-, Schutt-, Lava- und Schutt-Lava-Kegel unterscheide
Ueber diese verschiedenen Arten der Vulcanberge ist im Allgemeine
Folgendes zu bemerken:

1) Die nur aus lose übereinander aufgehäuften Schuttmass
stehenden Vulcanberge sind nach dem eben Mitgetheilten in den
Fällen das Werk eines einzigen vulcanischen Ausbruches, bei
aber nicht die Lava so hoch in die Höhe getrieben wurde,
den Kraterrand übersteigen konnte, und werden hauptsächli
gebildet, wenn die in dem Krater selbst oder in dem unte
befindlichen Hohlraume des Eruptionskegels befindliche L
durch Zutritt von Wasser und Luft sich so schnell mit einer
sammenhängenden Rinde überzieht, daß die aus dem Vulcan-
emporbringenden Dämpfe nicht entweichen können und in Folge
sich so stark in dem mit Lava erfüllten Raume anhäufen,
zuletzt mit der größten Vehemenz nach oben drängen und hi
ihnen den Ausgang versperrende Lavarinde mit gewaltigen
zertrümmern, zu Grus (Lapilli), Sand und Pulver (Asch
stampfen und endlich die so geschaffenen Lavatrümmermassen
hoch in die Luft fortreißen, von wo aus sie dann je nach be
ihrer Individuen bald schneller bald langsamer wieder zur E
rückkehren und hier entweder in das Innere des Kraters o
die Abhänge seiner Umwallung fallen. Wenn die Fliehkr
Dämpfe sehr groß ist, so reißen diese dann zugleich mit den e
Lavatrümmern bei ihrem gewaltsamen Zuge durch die noch im
Schmelze begriffene Lava größere und kleinere Klumpen die
teren mit sich in die Höhe. Bestehen nun diese Klumpen au
flüssiger Lava, so nehmen sie während ihres Zurückfallens zu
in Folge ihrer durch den Luftwiderstand hervorgerufenen R
eine bald kugelige, eiförmige oder citronenförmige, bald spiral
wundene Zapfengestalt an und werden dann vulcanische B
genannt; bestehen dagegen diese Klumpen aus mehr dünnfl
Lava, so zerstäuben sie entweder während ihres Niederfalles g
geligen, pfefferkornähnlichen, Körnern oder Piperinos oder fl
langen noch in zusammenhängenden, aber weichen Massen zur
oberfläche, wo sie sich nun breit drücken und die sogenannten La
kuchen oder Lavafladen bilden. — Zu diesen aus der ein
Zertrümmerung oder Zertheilung des schon erstarrten oder noch
gen Lavaschmelzes entstandenen Vulcanschuttes gesellen sich nun a
dem auch einerseits mehr oder weniger ausgebildete, erbsen- bis
nußgroße, Krystalle von Augit, Leucit, Glimmer, Melanit
anderen Mineralien, welche oft im ausgeworfenen Sande der
cane (z. B. am Vesuve, am Aetna [namentlich am Monte

längſt ſchon abgeſtorbenen Vulcane; der Vulcanberg iſt demnach das gewaltige ſteinerne Denkmal, welches ſich jeder Vulcan ſelbſt aus den, von ihm aus dem Erdinnern zur Erdoberfläche emporgehobenen Steinmaſſen aufbaut, aus welchem man alſo erkennen kann, zunächſt welche Maſſen im Innern der Erde zubereitet werden, wie ſich dieſe Maſſen an der Oberfläche der Erde im Zeitverlaufe verändern und wie ſich in dieſer Beziehung die Vulcane der Gegenwart zu denen der Vergangenheit verhalten; ſodann ob ein Vulcan nur eine einmalige oder eine in verſchiedenen Zeiträumen wiederkehrende Thätigkeit beſeſſen; ferner welche Veränderungen die Geſtalt des Vulcanberges ſelbſt im Zeitverlaufe erlitten hat; endlich welchen Einfluß die Vulcane auf die Entwickelung und Veränderungen der Erdrinde überhaupt ausgeübt haben. Nach allem dieſen ſind demnach die Vulcanberge wichtige geologiſche Documente für die Lebensgeſchichte nicht nur der einzelnen Vulcane, ſondern der ganzen Erdrinde und haben gewiſſermaßen eine ähnliche Bedeutung, wie die Organismenreſte in den Ablagerungen der verſchiedenen Formationen.

Dimenſions- und Formungsverhältniſſe der Vulcanberge. — Die §. 90.
jetzt noch thätigen oder erſt ſeit Menſchengedenken ruhenden Vulcane ſind von verſchiedener Höhe, indem einige von ihnen, wie der Aconcagua mit 22,434 Fuß, der Cotopaxi mit 17,712 Fuß, der Pic von Teneriffa mit 11,408 Fuß und der Aetna mit 10,200 Fuß, mächtige Hochgipfel bilden, während andere ſich kaum 100 Fuß über ihre Unterlage erheben. Ueberhaupt iſt ihre Höhe, ſo lange ſie noch auswerfen, vielfachen Veränderungen unterworfen und nimmt bald zu, wie dieſes z. B. bei dem Veſuv, welcher ſeit 40 Jahren um etwa 150 Meter höher geworden, der Fall iſt, bald ab, wie z. B. am Hekla durch die letzten Ausbrüche. — Wie in ihrer Höhe, ſo ſind dieſe Vulcane auch in der Formung ihrer Bergabhänge mancherlei Veränderungen unterworfen. Beſteht ihre Bildungsmaſſe aus loſen oder nur locker zuſammenhängenden Auswurfsſubſtanzen, z. B. aus vulcaniſchem Grus, Sand, Tuff oder Aſche, ſo reißen ſtarke Regengüſſe, wie ſie ja ſo häufig nach vulcaniſchen Eruptionen eintreten, in dieſe locker-verbundenen Beſtandesmaſſen tiefe Waſſerriſſe, welche am Gipfel der Vulcanenberge ſchmal und ſeicht beginnen, dann weiter am Abhange der letzteren allmählich immer breiter und tiefer werden und zuletzt am Fuße der Berge tiefe, weitklaffende Regenſchluchten bilden. Iſt nun ein ſolcher vulcaniſcher Kegelberg ſehr regelmäßig geformt und ſeine Bildungsmaſſe ſehr gleichmäßig, ſo erſcheint er zuletzt in ſeinem ganzen Umfange von ſtrahlig abwärts ziehenden Rippen und Furchen bedeckt. Dieſe Erſcheinung tritt ganz beſonders entwickelt an mehreren Vulcanen Javas, (z. B. am Gunung Sumbing) (Fig. 82), Neuſeelands (z. B. am Mount Egmont) und in den Anden Südamerikas (z. B. am Cotopaxi) auf. An Vulcanenbergen, welche einen tiefen, breiten, vorherrſchend aus Tuff- oder zerbröckelten Lavamaſſen beſtehenden, Gipfelkrater beſitzen, kommt es dann auch vor,

§. 91. Indeſſen konnte, wie ſchon angedeutet, ein in der Entwickelung begriffener Vulcan ſchon nach einer einmaligen Eruption ſeine Thätigkeit einſtellen. Darin liegt der Grund, warum es Vulcanberge giebt, welche entweder nur aus loſem Schutt, oder nur aus Tuff oder nur aus Lava oder endlich aus allen dieſen Auswurfsmaſſen zugleich aufgebaut erſcheinen, ſo daß man Tuff-, Schutt-, Lava- und Schutt-Lava-Kegel unterſcheiden kann. Ueber dieſe verſchiedenen Arten der Vulcanberge iſt im Allgemeinen noch Folgendes zu bemerken:

1) Die nur aus loſe übereinander aufgehäuften Schuttmaſſen beſtehenden Vulcanberge ſind nach dem eben Mitgetheilten in den meiſten Fällen das Werk eines einzigen vulcaniſchen Ausbruches, bei welchem aber nicht die Lava ſo hoch in die Höhe getrieben wurde, daß ſie den Kraterrand überſteigen konnte, und werden hauptſächlich dann gebildet, wenn die in dem Krater ſelbſt oder in dem unter dieſem befindlichen Hohlraume des Eruptionskegels befindliche Lavamaſſe durch Zutritt von Waſſer und Luft ſich ſo ſchnell mit einer feſtzuſammenhängenden Rinde überzieht, daß die aus dem Vulcan-Innern emporbringenden Dämpfe nicht entweichen können und in Folge davon ſich ſo ſtark in dem mit Lava erfüllten Raume anhäufen, daß ſie zuletzt mit der größten Vehemenz nach oben drängen und hierbei die ihnen den Ausgang verſperrende Lavarinde mit gewaltigen Stößen zertrümmern, zu Grus (Lapilli), Sand und Pulver (Aſche) zerſtampfen und endlich die ſo geſchaffenen Lavatrümmermaſſen mit ſich hoch in die Luft fortreißen, von wo aus ſie dann je nach der Größe ihrer Individuen bald ſchneller bald langſamer wieder zur Erde zurückkehren und hier entweder in das Innere des Kraters oder auf die Abhänge ſeiner Umwallung fallen. Wenn die Fliehkraft der Dämpfe ſehr groß iſt, ſo reißen dieſe dann zugleich mit den erſtarrten Lavatrümmern bei ihrem gewaltſamen Zuge durch die noch im vollen Schmelze begriffene Lava größere und kleinere Klumpen dieſer letzteren mit ſich in die Höhe. Beſtehen nun dieſe Klumpen aus zähflüſſiger Lava, ſo nehmen ſie während ihres Zurückfallens zur Erde in Folge ihrer durch den Luftwiderſtand hervorgerufenen Rotation eine bald kugelige, eiförmige oder citronenförmige, bald ſpiralig gewundene Zapfengeſtalt an und werden dann vulcaniſche Bomben genannt; beſtehen dagegen dieſe Klumpen aus mehr dünnflüſſiger Lava, ſo zerſtäuben ſie entweder während ihres Niederfalles zu kugeligen, pfefferkornähnlichen, Körnern oder Piperinos oder ſie gelangen noch in zuſammenhängenden, aber weichen Maſſen zur Erdoberfläche, wo ſie ſich nun breit drücken und die ſogenannten Lavakuchen oder Lavafladen bilden. — Zu dieſen aus der einfachen Zertrümmerung oder Zertheilung des ſchon erſtarrten oder noch flüſſigen Lavaſchmelzes entſtandenen Vulcanſchuttes geſellen ſich nun außerdem auch einerſeits mehr oder weniger ausgebildete, erbſen- bis haſelnußgroße, Kryſtalle von Augit, Leucit, Glimmer, Melanit und anderen Mineralien, welche oft im ausgeworfenen Sande der Vulcane (z. B. am Veſuve, am Aetna [namentlich am Monte Roſſi],

am Stromboli u. ſ. w.) vorkommen und im §. 94, wo die vulca- §. 91.
niſchen Eruptionsproducte betrachtet werden, näher angegeben werden ſollen — und andererſeits Trümmer, welche die emporbrängenden Eruptionsmaſſen von den Wandgeſteinen des Eruptionskanales losgeſprengt haben.

Alle die eben kurz erwähnten vulcaniſchen Schuttmaſſen ordnen ſich, auch wenn ſie bunt durcheinander auf die Kraterwände eines Vulcankegels niederſtürzen, doch mit der Zeit je nach der Schwere ihrer Individuen in verſchiedene, über einander auftretende, Lagen, ſo daß die aus ihnen gebildeten Kegel geſchichtet ausſehen. Die von einer einzigen Eruption abſtammenden Schuttmaſſen zeigen auf dieſe Weiſe in ihren unterſten Lagen die meiſten Bomben, in ihren mittleren vorherrſchend Lapilli und Piperinos und in ihren oberſten vorzüglich Sand und Aſche, welche indeſſen auch in allen übrigen Lagen auftritt und gewiſſermaßen das Bindemittel der vorhandenen anderen Trümmer bildet, ja in der That auch wirklich zum bindenden Kitt dieſer Trümmer wird, wenn Waſſer dieſelbe in einen Schlamm umwandelt.

Zu den aus Schutt beſtehenden Vulcanenkegeln gehören zunächſt die meiſten Eruptionskegel der jetzt noch thätigen *zuſammengeſetzten*, ſodann aber auch eine große Zahl ſchon längſt erloſchener oder ruhender *einfacher* Vulcanberge, ſo von Clermont in Frankreich, auf der Eifel in Rheinpreußen, von Olot und Caſtel-Follit in Catalonien, der Monte Nuovo und Monte Barbaro in Italien. Ebenſo ſind die meiſten Vulcane Javas und der ſüdamerikaniſchen Anden aus vulcaniſchen Schuttauswürflingen aufgebaut.

Schließlich ſei hier nun noch bemerkt, daß die Schuttkegel in Folge ihres nur locker verbundenen Bildungsmateriales vielfachen Veränderungen und Zerſtörungen unterworfen ſind. Regenwaſſer gräbt Schluchten in ihre Abhänge, welche immer tiefer werden und zuletzt einen Zuſammenſturz der Kraterwände herbeiführen können; die Meeresfluth unterwäſcht ſie, ſo daß ihre Maſſe, oft gar nicht lange nach ihrer Aufſchüttung, einſinkt und dann vom Meere geſchlämmt und zum Aufbau unterſeeiſcher Hochplateaus benutzt wird; Erdbeben ſtürzen ſie zuſammen und ſpäter erfolgende Lava-Eruptionen durchbrechen ihre Kraterwände oder überdecken im günſtigen Falle ihre Abhänge in der Weiſe, daß nun auf einem Schuttkegel ein Lavakegel ſteht.

2) Die *Tuffkegel* gehen, wie auch ſchon erwähnt, meiſtens dadurch aus den Schuttkegeln hervor, daß Waſſer, ſei es nun Regen-, Schnee- oder Meerwaſſer, in die aus feinem Sand oder Aſche beſtehenden Ablagerungsmaſſen dieſer Kegel eindringt und dieſelben in einen Teig oder dicken Schlamm umwandelt, welcher dann mit der Zeit zu einem Geſteine erhärtet, welches man *vulcaniſchen Tuff* genannt hat. Es kann indeſſen ſolch vulcaniſcher Tuff auch ſchon fix und fertig aus der Krateröffnung eines Vulcanes als Schlamm ausfließen, wenn ſich innerhalb eines Vulcanberges Höhlen befinden, welche ſich theils

§. 91. mit einsinterndem Regenwasser, theils mit Wasser von Flüssen, die in der nächsten Umgebung von Vulcanbergen ihr Rinnbett haben, anfüllen. In diesem Falle erweicht und zersetzt das Wasser, sei es durch eigene Kraft, sei es durch die, mit gasförmigen Säuren versehenen und aus dem Innern des Vulcanes in seine Masse eindringenden, Wasserdämpfe die Gesteinsmassen der Höhlenwände, so daß sie mit dem Höhlenwasser einen Schlamm bilden, welcher dann durch die sich verstärkenden und in die Höhe drängenden Vulcandämpfe theils durch Seitenspalten, theils durch den Krater des Eruptionskegels an die Oberfläche des letzteren getrieben werden und hier nun mehr oder minder starke Ablagerungen bilden.

Solche Schlammausbrüche hat Alex. v. Humboldt namentlich an mehreren Vulcanen des Hochlandes von Quito beobachtet. Das Merkwürdige bei diesen Ausbrüchen, welche in der Regel einen kohligen Schlamm (Moya genannt) lieferten, ist die große Menge von todten Fischen, welche durch sie zu Tage gefördert wurden. Da nun diese, gewöhnlich 4 Zoll langen, zur Gattung der Welse gehörigen, Pimelodes Cyclopum genannten, Fische häufig in den Bächen am Abhange und am Fuße der dortigen Vulcane leben, so ist wohl kein Zweifel, daß sie von diesen Bächen aus durch Spalten in die Wasserhöhlungen der Vulcanberge gelangten, daß zugleich aber auch das Wasser dieser Höhlen von den Bächen an dem Abhange der Vulcane abstammte.

Da nun die Tufflegel aus schlammweichen oder auch schlammflüssigen Massen entstehen, so können ihre Ablagerungsmassen auch nicht so steil abfallende Schichten, wie die Schuttkegel, sondern höchstens Abhänge von 30° Böschung bilden. Ebenso sind auch ihre Krater in der Regel flachnapfförmig, sobald sie mit Tuffschichten ausgefüllt sind.

3) Sowohl die Schutt-, wie die Tufflegel sind in Folge ihrer leicht zerstörbaren Bildungsmassen den Wirkungen des Regen- und Schneewassers sehr ausgesetzt; sie erscheinen daher an ihrer Oberfläche gewöhnlich mit zahlreichen, vom Gipfel strahlig abwärts ziehenden, oft sich verästelnden und nach dem Abhange des Kegels hin tief in die Bestandesmasse des letzteren eingeschnittenen Wasserrissen bedeckt. Diese, schon früher erwähnten, Schluchtenbildungen nun geben nicht bloß Veranlassung zum Durchbruche und Einsturze der Kraterwände, sondern bilden auch oft die Rinnbetten der aus dem Krater oder aus Spalten der Abhänge ausfließenden Lava; ja geben wohl auch gar manches Mal die Veranlassung, daß gerade in ihren Tiefen die im Innern des Vulcanberges nach Außen drängenden Dämpfe und Schmelzmassen sich Ausbruchsspalten erbrechen. — Die, durch alle diese Spalten, Risse und Schluchten in der Masse der Schutt- und Tufflegel fließenden, Lavaströme füllen nun alle diese eben genannten Lücken und Vertiefungen bis zur Oberfläche der Vulcanberge aus und bewirken dadurch, daß zuletzt die ganze Masse der Schutt- und Tufflegel durchdrungen erscheint von Strömen, Lagern, Adern und Gängen erstarrter Lava. Nicht selten bildet dann auch noch diese letztere Decken und Lager über dem vulcanischen Schutt und Tuff. Für sich allein aber setzt die Lava verhältnißmäßig nur selten ganze

Vulcanberge oder sogenannte Lavakegel zusammen und ist dieses, z. B. auf Inseln, der Fall, so zeigen diese Kegel nur eine Böschung von 3 bis höchstens 10 Grad, so daß sie eher einem sanft gewölbten Schilde, als einem Kegel gleichen. Der Mauna Loa auf Hawaii zeigt dieses deutlich.

Thätigkeitserscheinungen an den Vulcanen der Gegenwart. — § 92. Es sind im Vorigen schon wiederholt die Massen erwähnt worden, aus denen die Vulcane ihre Berge aufbauen. Um nun aber nicht bloß diese Massen, sondern überhaupt die ganze Wirthschaftsweise der Vulcane genauer kennen zu lernen, ist es nothwendig, die Lebensweise dieser letzteren nach ihren verschiedenen Erscheinungen zu belauschen oder, wenn es möglich ist, zu beobachten.

Jeder noch lebend-thätige Vulcan zeigt — ähnlich einem Thiere — zweierlei Zustände: In dem einen läßt er nach Außen hin entweder gar keine oder nur solche Erscheinungen wahrnehmen, welche gewissermaßen an das Athmen eines schlafenden Thieres erinnern. Man nennt alsdann auch einen solchen Vulcan schlafend oder ruhend. In dem anderen Zustande dagegen zeigt er nach Außen hin mehr oder weniger stark hervortretende Erscheinungen, welche darthun, daß er aus seinem Schlafe zu neuer Thätigkeit erwacht ist und nun gleichsam das durch seinen Schlaf Versäumte wieder nachholen will. In diesem Zustande nun nennt man ihn kurzweg thätig. Streng genommen ist indessen diese Unterscheidung nur insofern richtig, als sie verschiedene Arten und Grade der vulcanischen Thätigkeit bezeichnet; besser wäre die Unterscheidung zwischen innerer und äußerer Thätigkeit eines Vulcanes.

Wenn ein Vulcan ruht, dann ist das ein Zeichen, daß er alle Substanzen, welche er in seinem Laboratorium zubereitet hatte, entweder so vollständig ausgeworfen hat, daß er nun augenblicklich kein Material zu ferneren Auswürfen mehr besitzt, oder nicht mehr bis zur Mündung seines Eruptionskanales empordrängen kann, weil ihm hierzu die hebende Kraft fehlt. Sind ihm nun im ersten Falle auch die Kanäle verstopft, durch welche ihm neue Materialien und Kräfte zugeleitet werden können, dann ist er todt oder für immer erloschen; fehlt es ihm aber noch nicht an Materialien, sondern nur an der nöthigen Menge von bewegenden Potenzen, dann ist er nur zeitweise nach Außen hin unthätig, aber keineswegs in seinem Innern ruhend; im Gegentheile herrscht dann gerade in seinem Laboratorium die größte Thätigkeit, indem dann in diesem das ausgeworfene Material ersetzt und neues so lange hinzugeschaffen wird, bis wieder alles vollauf zu einem Ausbruche vorhanden ist. In der ersten Zeit dieses inneren Sammelns und Schaffens kann in dieser Weise ein solcher Vulcan äußerlich todt erscheinen; im weiteren Verlaufe aber, wenn erst bei seinem inneren Schaffen sich Gase und Dämpfe entwickeln, läßt er sein inneres Leben und Wirken durch Ausathmen oder Exhaliren von diesen Gasen und Dämpfen wahrnehmen. Diese Exhalationen deuten darauf hin, daß ein Vulcan einen neuen Ausbruch vorbereitet. Aber es können Jahrhunderte vergehen, ehe ein Vulcan diese Andeutungen seines inneren Wirkens deutlich wahrnehmen läßt; ja es tritt sogar regelmäßig

§. 91. mit einſinterndem Regenwaſſer, theils mit Waſſer von Flüſſen, di in der nächſten Umgebung von Vulcanbergen ihr Rinnbett haben anfüllen. In dieſem Falle erweicht und zerſetzt das Waſſer, ſei es durch eigene Kraft, ſei es durch die, mit gasförmigen Säuren ver ſehenen und aus dem Innern des Vulcanes in ſeine Maſſe eindrin genden, Waſſerdämpfe die Geſteinsmaſſen der Höhlenwände, ſo da ſie mit dem Höhlenwaſſer einen Schlamm bilden, welcher dann dur die ſich verſtärkenden und in die Höhe drängenden Vulcandämp theils durch Seitenſpalten, theils durch den Krater des Eruptions kegels an die Oberfläche des letzteren getrieben werden und hier nu mehr oder minder ſtarke Ablagerungen bilden.

Solche Schlammausbrüche hat Alex. v. Humboldt namentli an mehreren Vulcanen des Hochlandes von Quito beobachtet. De Merkwürdige bei dieſen Ausbrüchen, welche in der Regel einen kohlig Schlamm (Moya genannt) lieferten, iſt die große Menge von todte Fiſchen, welche durch ſie zu Tage gefördert wurden. Da nun dieſ gewöhnlich 4 Zoll langen, zur Gattung der Welſe gehörigen, Pim lodes Cyclopum genannten, Fiſche häufig in den Bächen am Abhan und am Fuße der dortigen Vulcane leben, ſo iſt wohl kein Zweif daß ſie von dieſen Bächen aus durch Spalten in die Waſſerhöhlung der Vulcanberge gelangten, daß zugleich aber auch das Waſſer dieſ Höhlen von den Bächen an dem Abhange der Vulcane abſtammte.

Da nun die Tuffkegel aus ſchlammweichen oder auch ſchlamm flüſſigen Maſſen entſtehen, ſo können ihre Ablagerungsmaſſen au nicht ſo ſteil abfallende Schichten, wie die Schuttkegel, ſondern höc ſtens Abhänge von 30° Böſchung bilden. Ebenſo ſind auch ih Krater in der Regel flachnapfförmig, ſobald ſie mit Tuffſchichten aus gefüllt ſind.

3) Sowohl die Schutt-, wie die Tuffkegel ſind in Folge ihrer leic zerſtörbaren Bildungsmaſſen den Wirkungen des Regen- und Schne waſſers ſehr ausgeſetzt; ſie erſcheinen daher an ihrer Oberfläche g wöhnlich mit zahlreichen, vom Gipfel ſtrahlig abwärts ziehenden, o ſich veräſtelnden und nach dem Abhange des Kegels hin tief in di Beſtandesmaſſe des letzteren eingeſchnittenen Waſſerriſſen bedeck Dieſe, ſchon früher erwähnten, Schluchtenbildungen nun geben nic bloß Veranlaſſung zum Durchbruche und Einſturze der Kraterwänd ſondern bilden auch oft die Rinnbetten der aus dem Krater od aus Spalten der Abhänge ausfließenden Lava; ja geben wohl au gar manches Mal die Veranlaſſung, daß gerade in ihren Tiefen d im Innern des Vulcanberges nach Außen drängenden Dämpfe un Schmelzmaſſen ſich Ausbruchsſpalten erbrechen. — Die, durch al dieſe Spalten, Riſſe und Schluchten in der Maſſe der Schutt- un Tuffkegel fließenden, Lavaſtröme füllen nun alle dieſe eben genannte Lücken und Vertiefungen bis zur Oberfläche der Vulcanberge au und bewirken dadurch, daß zuletzt die ganze Maſſe der Schutt- un Tuffkegel durchdrungen erſcheint von Strömen, Lagern, Adern un Gängen erſtarrter Lava. Nicht ſelten bildet dann auch noch die letztere Decken und Lager über dem vulcaniſchen Schutt und Tuf Für ſich allein aber ſetzt die Lava verhältnißmäßig nur ſelten gan

durch des Dampfes Druck ebenfalls zersprüheten und in Tropfen zertheilten, §. 92.
Schmelzmasse mit sich fort hoch in die Luft, dabei eine mächtige, schwarzgraue, spiralig gewundene Rauchsäule bildend, welche nach oben sich immer mehr zu einem, aus kugeligen Wolkenballen bestehenden, Schirme verbreitert und dann theils durch den Druck der über ihr lastenden Atmosphärenmasse, theils durch ihre Eigenschwere getrieben, die von ihr in die Höhe getriebenen Vulcanschuttmassen als den allbekannten, aus diesen letzteren gebildeten „Aschenregen" wieder zu Boden sinken läßt. Hat in dieser Weise der überschüssig angehäufte Dampf sich aus dem Eruptionskanale entfernt und dabei zugleich dessen Mündung erbrochen, dann treibt nun der sich noch fort und fort auf dem vulcanischen Heerde entwickelnde Dampf die schon in dem Eruptionskanale befindliche Schmelzmasse zu allen den, von ihm an dem Vulcanberge erbrochenen, Oeffnungen mit um so größerer Gewalt und Menge hinaus, je stärker einerseits noch die Gewalt der hebenden Dämpfe und je größer und dünnflüssiger andererseits die Menge der im Eruptionskanale vorhandenen Schmelzmasse ist. Und wenn nun erst diese, unter dem Namen Lava allbekannte, Schmelzmasse aus dem Eruptionskanale herausgetrieben ist und an der Außenseite des Vulcanberges herabfließend sich einen Ablagerungsort verschafft hat, dann beginnt das Toben des Vulcans sich zu besänftigen; die schwarzgrauen, das Sonnenlicht verfinsternden, Aschenwolken machen hellgrauern Regenwolken Platz; statt der Asche sinkt jetzt unter Donner und Blitz ein gewaltiger Wasserregen nieder, welcher die vor ihm herabgefallene Aschenmasse in Schlamm umwandelt; das Donnern und Erschüttern im Berge hört auf; ruhig fließt die letzte Lava aus oder sinkt auch in den nun leer gewordenen Auswurfskanal zurück. Hiermit hat der Vulcan sein, seit vielen Jahren vorbereitetes, Werk vollendet, hat er der Außenfläche des Erdkörpers neue Massen zur Verarbeitung und Bildung jungen Landes gegeben; von jetzt ist er entweder ganz erschöpft, oder doch so geschwächt, daß er längerer Zeit des inneren ruhigen Schaffens bedarf, wenn er wieder nach Außen hin thätig werden soll.

Es sind im Vorstehenden die verschiedenen Thätigkeits-Aeußerungen eines Vulcanes nur in kurzen, allgemein gehaltenen Umrissen geschildert worden; indessen ersieht man doch schon aus ihnen,

1) daß ein Vulcan, auch wenn er zeitweise nach Außen hin keine Thätigkeitsäußerungen zeigt, noch keineswegs abgestorben, sondern gewöhnlich nur in seinem Innern oder Laboratorium beschäftigt ist, die durch einen Ausbruch verloren gegangenen Massen wieder zu ersetzen und zu einem erneuten Ausbruche vorzubereiten; daß überhaupt jeder Vulcan eine nimmer ruhende Werkstätte der Natur ist, in welcher unaufhörlich Substanzen zur Bildung neuer Erdrindemassen geschaffen und dann, wenn dieselben fertig sind, durch Eruptionen an die Erdoberfläche gebracht werden, an welcher sie dann durch Luft und Wasser weiter verarbeitet werden;

2) aber bemerkt man auch aus der vorgegebenen Schilderung, daß bei der inneren Thätigkeit eines Vulcanes stets zweierlei Materien aufeinander einwirken müssen, nemlich einerseits Mineral bildende Substanzen, welche sich in der Schmelzung befinden und andererseits Agentien, durch welche

zunächst die Schmelzung, Umwandlung und chemische Verbindung dieser Mineralsubstanzen befördert und dann ihr fertiges Product zur Erdoberfläche geschafft wird; daß also mit anderen Worten in dem Laboratorium eines Vulcanes einerseits *umwandelbare Mineralmaterien* und andererseits *umwandelnde Agentien* vorhanden sein müssen, wenn derselbe thätig sein soll, und daß demgemäß die Thätigkeit eines Vulcanes erlöscht, wenn auch nur das eine oder andere dieser Materialien fehlt.

Von welcher Art diese Materien und Agentien nun sind, wer wollte das mit Sicherheit angeben? Nur aus den, an die Außenfläche eines Vulcanes tretenden Eruptionsproducten ist ein Schluß auf die in seinem Laboratorium arbeitenden und aufeinander einwirkenden Materien und Kräften zu ziehen gestattet. Aus diesem Grunde schon ist es nothwendig, alle die Stoffe genau kennen zu lernen, welche ein Vulcan theils während seines inneren Schaffens, theils während seiner nach Außen gerichteten Thätigkeit, also bei seinen Eruptionen, an die Oberfläche des Erdkörpers sendet.

§. 93. **Exhalationsproducte der Vulcane.** — Unter den während seiner inneren und auch äußeren Thätigkeit theils aus den Kratern, theils aus den Rissen und Spalten an den Gehängen eines Vulcanberges hervortretenden Substanzen machen sich vorherrschend bemerklich *Dämpfe* und *Gase* verschiedener Art. Unter ihnen allen aber ist *Wasserdampf* das nie fehlende Exhalationsproduct eines jeden noch thätigen Vulcanes; er ist gewissermaßen der Athem desselben, wie seine von ihm über dem Krater gebildete Wolke die Fahne bildet, welche anzeigt, daß der Vulcan in seinem Laboratorium beschäftigt ist.

Es giebt, soweit bis jetzt bekannt ist, keine Thätigkeitsäußerung eines Vulcanes, bei welcher nicht das *Wasser*, hauptsächlich in seiner Dampfform, betheiligt wäre. Auf heimlichen Pfaden drängt es sich in das Laboratorium des Vulcanes ein; durch die daselbst herrschende Gluth wird es rasch in Dampf umgewandelt. Als solcher nun dehnt es sich aus, bläht sich auf, quetscht sich zwischen die schmelzenden Mineralmassen und macht sie zuerst durch Abgabe von seiner eigenen, eben erst erhaltenen, Hitze dünnflüssiger, dann aber durchwässert oder hydratisirt es die Theile ihrer Masse, wie man später deutlich an den, vom Vulcane ausgeworfenen, Mineralmassen bemerken kann, welche alle wasserhaltig sind und bei ihrer Erstarrung in Folge des in ihrer Masse vorhandenen Wasserdampfes sich schaumig aufblähen und dann bei der Entweichung des letzteren mannichfach zerplatzen. Indem aber unaufhörlich Wasser in das vulcanische Laboratorium eindringt, wird der Raum für den sich aus ihm entwickelnden Wasserdampf zu eng; da er nun sich um so mehr auszudehnen strebt, je mehr er in einem Raume zusammengepreßt wird, so zwängt er sich durch alle Risse, am meisten aber durch den Eruptionskanal hindurch zur Oberfläche des Vulcanberges. Ueber dieser aber mit der kälteren Luft in Berührung kommend, verdichtet er sich zu lichtgrauen, sich fort und fort erneuernden, Wolken — den Wahrzeichen von der inneren Thätigkeit des Vulcanes. Diese Wolkenbildungen, wie alle Wasserdampf-Exhalationen, sind es, welche man *Fumarolen*

nennt. — So lange nun noch offene Kanäle da ſind, geht das §. 93.
Entweichen ruhig wie bei der Eſſe eines Schmelzofens vor ſich und läßt nur da ein Ziſchen und Brauſen bemerken, wo er ſich durch enge Spalten durchpreſſen muß. Wenn aber durch die, von ihm ſelbſt in alle Spalten und Kanäle getriebene, vulcaniſche Schmelzmaſſe ihm die Abzugskanäle verſchloſſen worden ſind, dann brüllt und tobt er, bis er ſich neue Kanäle erbrochen oder die alten wieder geöffnet hat. Indem er dann bei dieſem Toben die erſtarrte Schmelzmaſſe zu Sand und Aſche zerſtäubt, die noch übrige Schmelzmaſſe aber zum Ausfluſſe zwingt, wird er auch zum wahren Erzeuger der vulcaniſchen Eruptionen. Und indem ſich endlich ſeine gewaltigen Mengen in der Atmoſphäre über dem Gipfel des Vulcanberges zu Regenſtrömen verdichten, welche die niedergeſtürzte Aſche in einen breiartigen, überall hinfließenden, alles ausfüllenden, Schlamm umwandelt, vollendet er das grauſige Werk der vulcaniſchen Eruption. — So iſt denn der Waſſerdampf das anregende, entwickelnde und vollendende Agens aller vulcaniſchen Thätigkeit. Dabei aber bildet er auch zugleich das löſende und transportirende Agens aller Gasexhalationen eines Vulcanes.

Unter dieſen *vulcaniſchen Gasexhalationen* machen ſich nun vorzüglich folgende bemerklich:

1) *Schwefelwaſſerſtoff*, ein gewöhnlich ſchon durch ſeinen Fauleiergeruch bemerkbares und Silber oder Blei ſchwärzendes Gas, welches nur ſelten unter den Exhalationen eines Vulcanes fehlt; ja bei manchen, ſchon ſeit lange nicht mehr auswerfenden, Vulcanen oft nächſt Waſſerdampf das einzige Exhalationsgas iſt (— wie z. B. bei Pozzuoli am Buſen von Neapel —). Dieſes Gas hat das Eigenthümliche einerſeits, ſowie es mit kühlerer Luft in Berührung kommt, ſich zu zerſetzen und ſeinen Schwefel an allen von ihm berührten Gegenſtänden, ſei es als Pulver oder Kryſtall, ſei es in finterartigen Rinden, abzuſetzen, — wie man an den Wänden der von ihm durchzogenen Klüfte und Krater der Vulcanberge bemerken kann, — und hierdurch allmählich immer dicker werdende Schwefelablagerungen zu bilden; dagegen andererſeits mit bläulicher Flamme zu brennen und dabei *ſchwefelige Säure* zu bilden, ſobald es unter Luftzutritt über glühheißen Körpern hinſtreicht. Kommt es mit Waſſerdampf untermiſcht mit Metallſchmelzen in Berührung, ſo wandelt es dieſelben ebenſo wie die Chlormetalle in Schwefelmetalle um, welche dann unter Luftzutritt z. B. im Krater ſich in ſchwefelſaure Salze umwandeln. Dadurch läßt ſich das Vorkommen einerſeits von Schwefelmetallen in Laven und andererſeits von ſchwefelſauren Salzen, z. B. von Mascagnin, Glauberſalz, Bitterſalz, Haarſalz (ſchwefelſaurer Thonerde), Alaun, im Krater von Vulcanen erklären. Indeſſen können dieſe Sulfate auch unter dem Einfluſſe der, ſich aus dem verbrennenden Schwefelwaſſerſtoffe entwickelnden ſchwefeligen Säure entſtehen; denn es iſt bekannt, daß dieſe Säure, ſobald ſie ſich mit ſtarken Baſen verbindet, unter dem Einfluſſe dieſer

§. 93. letzteren sich in Schwefelsäure umwandelt. — Schließlich sei hier noch bemerkt, daß man alle diejenigen Vulcane, welche ihre innere Thätigkeit vorherrschend durch Schwefelwasserstoff-Exhalationen und Bildung von Schwefel oder schwefeliger Säure kundthun, Solfataren nennt. Island, Java und Neuseeland sind reich an dergleichen.

2) Chlorwasserstoffsäure, eine treue Begleiterin des exhalirenden Wasserdampfes und sowohl an ihrem stechenden Geruche, wie auch daran zu erkennen, daß sie einen mit Silberlösung befeuchteten Holzspahn, zuerst weiß, dann blauschwarz färbt. Kommt sie in den Klüften der Vulcane mit Metalloxyden in Berührung, so wandelt sie diese in flüchtige Chlormetalle um, welche dann mit den Wasserdämpfen in den Krater gelangen und sich an dessen Wänden oft in gewaltiger Menge absetzen. Hierdurch läßt sich das Auftreten von Chloreisen, Chlorkupfer, Chlorblei, Chlorkalium, Chlornatrium und Chlorammonium in dem Krater der Vulcane (z. B. des Vesuv) erklären, wiewohl nicht zu leugnen ist, daß unter den letztgenannten beiden Chlormetallen das Chlornatrium auch schon fix und fertig aus dem Laboratorium der Vulcane hervorgeht, und das Chlorammonium oder der Salmiak wohl meistens erst im Krater oder auch noch in der Umgebung eines Chlorwasserstoffsäure exhalirenden Vulcanes dadurch entsteht, daß der Chlorwasserstoff den Stickstoff der atmosphärischen Luft anregt, sich mit dem Wasserstoffe der exhalirten Wasserdämpfe zu Ammoniak zu verbinden, mit welchem sich dann gleich der Chlorwasserstoff zu Salmiak vereinigt.

Bemerkung: Außer Chlorwasserstoff will man auch an manchen Vulcanen, z. B. am Stromboli, Jodwasserstoff beobachtet haben.

3) Kohlensäure, die Erzeugerin der für alles Thierleben so gefährlichen Mofetten, theils eine treue Begleiterin des Wasserdampfes, theils aber auch für sich allein exhalirend und namentlich nach stattgefundenen Eruptionen noch lange Zeit alle Klüfte und Spalten nicht bloß am Eruptionskegel selbst, sondern auch in weiterer Entfernung von diesem erfüllend und selbst in die Erdgewölbe menschlicher Wohnungen eindringend; ja an scheinbar längst erloschenen Vulcanen (z. B. am Laacher See am Rhein) noch hie und da hervordringend.

4) Außer diesen am gewöhnlichsten auftretenden Exhalationsstoffen hat man nun noch an manchen Vulcanen Exhalationen von Wasserstoff, welches wahrscheinlich aus der Zersetzung theils des Wasserdampfes bei der Oxydation der Schwefelmetalle, theils des Schwefelwasserstoffes bei seiner Zersetzung entsteht, von Borsäure (z. B. im Krater der liparischen Insel Volcano), ja auch von Naphtha (z. B. nach L. v. Buch am Vesuv) beobachtet.

Erklärung: Es entsteht die Frage: Woher erhält das vulcanische Laboratorium das Bildungsmaterial für all die eben betrachteten Exhalationsstoffe? — Wie schon in §. 88 erwähnt worden ist, so liegen fast alle — bis jetzt wenigstens noch thätigen — Vulcane theils an Küsten der Festländer und Halb

inseln, theils auf Inseln, theils im Meeresraume selbst, — kurz am oder im Meere. Alles dieses deutet schon darauf hin, daß das Meerwasser, welches durch unterseeische Risse und Spalten in das Innere der Vulcane eindringt und in diesen auch zum eigentlichen Laboratorium derselben gelangt, einen mächtigen Einfluß auf die Entwickelung und Thätigkeit eines Vulcanes ausüben muß. Es ist bekannt, daß die Wärme nach dem Innern der Erdrinde hin sich so steigert, daß eine Hitze entsteht, bei welcher auch die strengflüssigen Mineralsubstanzen erweichen und schmelzen müssen. Wenn nun dieses auch stattfindet, so fehlt doch noch das Mittel, durch welches diese Schmelzmassen einerseits so dünnflüssig gemacht, daß sie auch bei ihrem Austritte an die Erdoberfläche noch fließen können, und andererseits aus ihrem Laboratorium heraus bis zur Erdoberfläche emporgeschoben werden. Dieses Mittel nun ist das Wasser. Wenn es von Außen her bis in das vulcanische Laboratorium gelangt, so verwandelt es sich in Dampf. Dieser durch die Gluth der schmelzenden Massen bis zur Weißglühhitze erhitzt, übt nun einen so gewaltigen Druck auf die von ihm durchdrungenen Schmelzmassen aus, daß sie dünnflüssig und leicht emportreibbar werden. Außerdem aber übt er noch einen anderen Einfluß aus. Wenn durch reichlich zufließendes Wasser seine Menge sehr groß geworden ist und er nun im glühheißen Zustande die überkieselsäurereichen Schmelzmassen zusammenpreßt und durchknetet, so raubt er ihnen einen bedeutenden Theil ihrer Kieselsäure, so daß sie nun kieselsäureärmer und basenreicher, aber eben hierdurch dünnflüssiger und leichter beweglich werden. Vielleicht beruht in dieser Wirkungsweise des Wasserdampfes die Entstehung der Kieselsinter absetzenden heißen Quellen auf Island, Neuseeland und im Cañon des Yellowston in Nordamerika, wobei noch bemerkenswerth erscheint, daß wohl die meisten Kieselsäure reichen Quellen in der Umgebung von basaltischen (— also von Kieselsäure ärmeren Silicatgesteinen —) Vulcanbergen auftreten. — Nebenbei aber wird er nun auch das Agens, durch welches die zugleich mit der Kieselsäure verdampfenden Basen schon während ihres Dampfzustandes sich mit dieser Säure chemisch zu neuen Silicaten verbinden, welche sich dann theils im Krater, theils in den Blasenräumen der erstarrenden Lava als oft sehr regelmäßig ausgebildete Krystalle absetzen. Endlich ist es auch das Meerwasser, welches am ersten die vorherrschend auftretenden Exhalationssubstanzen liefern kann. Das Meerwasser enthält bekanntlich Chlornatrium, Chlorkalium, Chlorcalcium, Chlormagnesium in sich aufgelöst, also lauter Salzkörper, welche sich in seinem Dampfe auflösen und durch denselben in den Krater der Vulcane transportiren lassen und bei ihrer Zersetzung durch schmelzende Kieselsäure Chlorwasserstoff liefern; außerdem aber befinden sich in dem Meerwasser Myriaden von lebenden und absterbenden Organismen, welche mit dem Meerwasser in den vulcanischen Heerd gelangen und hier nun verbrannt werden, aber eben in Folge ihres Verbrennens unaufhörlich Schwefelwasserstoff und Kohlenoxydgas, welches sich dann in den oberen, der Luft zugänglichen, Vulcanräumen in Kohlensäure umwandelt, liefern. Demgemäß wäre also das in den vulcanischen Heerd eindringende Meerwasser die Mutter nicht bloß der auf der Oberfläche der Vulcanberge sich absetzenden alkalinischen Chlormetalle, sondern auch der Schwefelwasserstoff-, Chlorwasserstoff- und Kohlensäure-Exhalationen, wobei jedoch zu bemerken ist, daß die Kohlensäure wohl auch in vielen Fällen aus der Zersetzung von kohlensaurem Kalk, sei es durch die Gluth des vulcanischen Heerdes, sei es durch die Einwirkung der im Vulcane gebildeten Chlorwasserstoffsäure entstehen kann.

Mineralische Eruptionsproducte. — Nächst den Dampf- und Gas-Exhalationen machen sich nun noch bei jedem noch thätigen Vulcane die §. 94.

§. 94. geschmolzenen Mineralmassen bemerklich, welche er von Zeit zu Zeit auswirft. — So lange noch die Kanäle, welche vom vulcanischen Heerde zur Erdoberfläche leiten, offen sind, und so lange sich die im vulcanischen Laboratorium zubereitete Schmelzmasse noch nicht so stark vermehrt hat, daß sie die sich entwickelnden Dämpfe nicht in ihrer Ausdehnung oder in ihrem Entweichen hemmt, gehen die Dampfexhalationen ruhig vor sich. Alles dieses findet im ersten Stadium der inneren Thätigkeit eines Vulcanes statt. Sobald nun aber durch Zunahme von Wasserdampf sowohl, wie von Schmelzmasse im Laboratorium des Vulcanes der Raum stark beengt und die Ausdehnung der Dämpfe verhindert wird, dann pressen sich diese letzteren in die Masse des Mineralschmelzes so ein, daß derselbe nicht nur dünnflüssiger wird, sondern auch — dem Zuge der Dämpfe folgend — sich aufwärts so stark ausdehnt, daß er in den Eruptionskanal gelangt. Und hiermit beginnt das zweite Stadium der inneren Vulcanthätigkeit: das Streben, die zubereiteten Mineralschmelze an die Erdoberfläche zu heben. Wirkt in diesem Stadium die Hebungskraft der Dämpfe von unten nach oben stärker als der Gegendruck der Schmelzmasse, dann wird die letztere bis in den Krater gehoben, wo nun die Dämpfe die Schmelzmasse zu großen Blasen oder, wenn sie schon zähflüssig geworden ist, zu oft mehreren Fuß hohen, nicht selten spiralig gedrehten, Schläuchen so lange auftreiben, bis sie an ihrem Gipfel platzen und die Dämpfe zischend und brausend entweichen lassen; nach jeder solchen Dampfexplosion sinkt dann die noch im flüssigen Schmelze befindliche Masse theilweise oder ganz in den Eruptionskanal so lange zurück, bis wieder neue Dämpfe von unten her sie in die Höhe treiben. — Wenn aber nun die in den Krater getriebene Schmelzmasse sehr mächtig ist und durch den Wärme entziehenden Einfluß sowohl der atmosphärischen Luft, wie des Regens und oft auch des Schnees zu einer festen, harten Rinde erstarrt und diese Erstarrung sich auch auf die noch in den Eruptionskanal befindliche Schmelzmasse fortpflanzt, dann wird den nach oben drängenden Dämpfen aller Ausweg versperrt und jetzt nun beginnt die Vorbereitung zum dritten Stadium der vulcanischen Thätigkeit: Der Vulcan treibt durch die Gewalt der sich befreienden Dämpfe seine zubereiteten Mineralmassen sei es im zertrümmerten Zustande, — sei es als flüssige Schmelzmasse aus seinem Inneren an die Oberfläche der Erde.

Alle die in dieser Weise von einem Vulcane ausgeworfenen und in seinem Inneren von ihm selbst zubereiteten Mineralmassen nennt man Lava im weiteren Sinne und unterscheidet von ihr

1) Eigentliche Lava, worunter man alle die zusammenhängenden, feurigflüssigen Schmelzmassen versteht, welche aus den Oeffnungen des Vulcanberges hervorspritzen oder fließen;

2) Lavaschutt, worunter man alle die Trümmer versteht, welche unter der Einwirkung der Dämpfe aus der noch flüssigen oder auch schon erstarrten Lavamasse entstanden sind, und zu denen man die vulcanischen Schlacken, Bomben, Fladen, Lapilli, Piperinos, Sand und Asche rechnet.

§. 94. 1) Die eigentliche Lava besteht, soweit sie sich beurtheilen läßt, vorherrschend aus Silicaten, unter denen sich einerseits feldspathhaltige oder leucitoidische und andererseits amphibolitische Mineralien am meisten bemerklich machen. Je nach der Art der feldspathartigen Silicate kann man nun weiter Lava-Arten mit kieselsäurereicheren und mit kieselsäureärmeren Feldspathen unterscheiden; die ersteren sind in der Regel zähflüssig und geben bei der weiteren Entwickelung ihrer Masse theils Trachyt-, theils Bimsstein- und Obsidiangesteine — (daher: trachytische Laven), die mit kieselsäureärmeren Feldspathen oder mit Leucitoiden versehenen aber sind dünnflüssig und geben bei der Ausbildung ihrer Masse theils Basalt- theils Phonolith- und Leucitgesteine (daher: basaltische Laven). Von ihrer Zusammensetzung hängt demnach unter sonst gleichen Entwickelungsverhältnissen einerseits die Geschwindigkeit ihres Abflusses aus und an den Vulcanbergen und andererseits auch die Art ihrer Ablagerungsformen ab: Je dünnflüssiger sie ist, um so leichter kann sie aus des Berges Inneren durch der Dämpfe Gewalt ausgetrieben werden und um so weiter kann sie sich an den Gehängen eines Vulcanberges ausbreiten, aber da, wo sich die Mündung ihres Ausbruchskanales auf dem Plateau eines Berges befindet, wird sie sich nach allen Seiten von ihrer Mündung hin ausbreiten und weit ausgedehnte, schichtartig über einander liegende, Decken oder flachgewölbte, sehr sanft ansteigende, Kuppen bilden. Die zähflüssige Lava dagegen läßt sich weit schwerer heben; sie bleibt darum leichter in ihrem Auswurfskanale zurück und bildet da, wo sie sich um diesen letzteren herum anhäufen kann, steiler ansteigende Kegel- oder Domberge. Dieses vorausgesetzt läßt nun die aus ihrem Auswurfskanale hervortretende Lava im Allgemeinen folgende Erscheinungen wahrnehmen:

a. Tritt die Lava aus der Mündung des Eruptionskanales in einen schon vorhandenen Krater, so füllt sie das Bassin dieses letzteren mehr oder weniger aus, so daß in ihm ein wahrer See glührother Lava entsteht, welcher die über dem Krater schwebenden Aschen-Dampfwolken namentlich während der Nacht brennend roth färbt und ihnen oft das Ansehen einer flammenden Masse gibt, aber unter dem Einflusse der kälteren Atmosphäre und Wärme verschluckenden Wolken sich bald mit einer immer fester und dicker werdenden Erstarrungskruste überzieht. Indem nun aber aus dem Innern des Vulcanes neue Schmelzmassen und namentlich auch Dämpfe nachrücken, so wird die schon im Krater vorhandene Lavamasse stark vermehrt, aber auch durch die auf ihrer Oberfläche schon vorhandene Erstarrungsrinde um so mehr zusammengepreßt, je dichter und stärker diese Rinde einerseits und je größer die Menge der nachrückenden Dämpfe andererseits ist. Ist unter diesen Verhältnissen die Lavenrinde noch weich und nachgiebig, dann wird dieselbe von den aufwärtsdrängenden Dämpfen in eine wellige, gischtende oder schäumende Bewegung gesetzt; es entwickeln sich überall Blasen, welche von den aufwärtsdrängenden Dampf- und Lavamassen so weit aufgetrieben werden, bis sie zerplatzen und die drängenden Massen unter Zischen und Brausen ausfließen lassen. Durch alle diese Vorgänge wird die in Erstarrung begriffene Lavadecke an ihrer Ober-

§. 94. fläche überall mit hohen und niederen, großen und kleinen, mannichfach zerplatzten, Blasen bedeckt, wodurch dieselbe ein wild zerrissenes Ansehen bekommt. Anders aber zeigen sich diese Erscheinungen, wenn die Lavadecke schon fest und hart geworden ist; dann drängen unter Hämmern und Brausen die aufwärtsstrebenden Dämpfe dieselbe so stark, daß sie nach allen Richtungen hin in ein wildes Haufwerk von Schlackenschollen zerberstet, zwischen denen nun die drängenden Dämpfe die Lava hervortreiben oder, wenn sie zähflüssig ist, zu 10 bis 20 Fuß hohen, ganz mit Schlacken bedeckten, hohlen Kegeln ausdehnen, aus deren zerplatzendem Gipfel dann die Dämpfe sammt der emporgetriebenen Lava ausströmen, so daß jeder dieser „Schlackenkegel" einen kleinen Eruptionskegel bildet. Im Krater des Vesuvs und des schon mehrfach erwähnten Kilauea, aber auch auf den vom Krater abfließenden Lavaströmen kann man dieselben in allen Höhen und Formen beobachten (Fig. 88). — Wenn nun aber nach langer

Fig. 88.

Neben-Explosionskrater im Innern des Vesuvkraters im Jahre 1843 (nach H. Abich).

Ruhe eines Vulcanes die Erstarrungsdecke seines Kratersees so hart und dick geworden ist, daß sie dem Drängen der Lava und des Dampfes nicht mehr nachgiebt, dann erbricht sich durch Hülfe des Dampfes die Lava entweder einen Seitenabzugskanal durch die Wände des Kraters oder der Gehänge des Vulcanberges oder, die Decke des Lavasees wird, wie früher schon beschrieben, durch der Dämpfe Gewalt zerstampft und in Schutt und Asche umgewandelt.

b. Die an der Außenſeite der Vulcanberge herabfließende Lava bewegt §. 94.
ſich je nach dem Grade ihrer Flüſſigkeit und der Neigung des Berggehänges in ganz ähnlicher Weiſe wie jede ſchlammige Flüſſigkeit: ſie fließt ſchneller auf ſteilen, langſamer auf ſanften Gehängen; über ſteile Felswände ſtürzt ſie ſich in glührothen Cascaden herab; hinter hohen Felsmaſſen, welche ihr die Bahn verſperren, ſtaut ſie ſich ſo lange, bis ſie dieſelben überfließen kann, oder ſie theilt ſich in zwei Arme, welche die Felsmaſſe umfließen und ſich dann wieder zu einem Strome vereinigen; ſtellen ſich ihren Strömen wiederholt und in verſchiedenen Richtungen Hemmniſſe in den Weg, ſo zertheilt ſie ſich in mehrere Stromarme; erreicht ſie Schluchten und Thäler bei ihrem Abzuge, ſo benutzt ſie dieſe als ihren Rinnſaal; gelangt ſie in enge Schluchten, ſo ſtaut ſie ſich ſo hoch, daß ſie dieſelben ganz ausfüllt und dann auch wohl über den oberen Seitenrändern derſelben ſich ausbreitet; in breiteren Thälern dagegen breitet ſie ſich flach aus und erfüllt dann nicht ſelten die ganze Sohle derſelben wie ein breiter Strom; — kurz, die abfließende Lava folgt in ihren Bewegungen und Fließrichtungen genau der Oberflächenbeſchaffenheit des von ihr durchzogenen Gebietes.

c. Während ihres Abfließens ändert ſich nun aber mehr und mehr ihre Fließgeſchwindigkeit. Unmittelbar nach ihrem Austritte aus dem Krater iſt ſie meiſt ſo dünnflüſſig, daß ſie nicht ſelten hoch aufſpritzende Fontainen bildet und mit der größten Geſchwindigkeit bergab eilt. So durcheilte der Lavaſtrom des Veſuvs 1776 in 14 Minuten eine Strecke von mehr als 2000 Meter, hatte alſo eine mittlere Geſchwindigkeit von wenigſtens 7 Fuß in der Secunde; dagegen rückte nach Monticelli ein Lavaſtrom des Veſuvs im October 1822 in der Nähe von Reſina nur 5 bis 6 Fuß weit in der Stunde. Ueberhaupt aber iſt die Fließgeſchwindigkeit der Lava außer der Beſchaffenheit ihres Stromgebietes auch noch von dem Grade ihrer Flüſſigkeit und von der Menge ihrer abfließenden und nachdrängenden Maſſe abhängig. Indeſſen nimmt ihre Fließgeſchwindigkeit während des Weiterfließens ſchnell ab, indem ſie ſich an ihrer Oberfläche bald ſo abkühlt, daß ſich an derſelben eine Schlackenrinde bildet, welche allmählich den ganzen Lavaſtrom wie ein wellender, biegſamer Panzer umſchließt, welcher ſich mit dem, unter ihm noch flüſſigen, Lavaſtrom fortbewegt und dabei auf die mannichfachſte Weiſe in ein wüſtes Haufwerk von Lavaſchollen umgewandelt und verſchoben wird, ſo daß er einem, mit chaotiſch durch einander geſchobenen Eisſchollen bedeckten, Fluſſe gleicht. Die in der erſtarrenden Maſſe dieſer Rinde eingeſchloſſenen Dämpfe werden durch die Hitze der unter ihr fließenden Lava ſo ausgedehnt, daß ſie ihre Lavahüllen blaſenförmig ſo lange auftreiben, bis dieſe zerplatzen und zu ſchlackigen Schollen zerſpringen, welche nun von der flüſſigen Lava fortgetrieben werden und dabei die ihnen anhaftende noch halbflüſſige Lava zu ſpiralig gewundenen Seilen ausziehen; ja die aus den Rindenriſſen hervordringenden Dämpfe treiben die erſt in der Erſtarrung begriffenen unteren Lagen der Lavarinde mit ſich in die Höhe und dehnen ſie zu Schlackenkegeln aus, wie früher ſchon erwähnt. Wild, erſchrecklich wild, zerriſſen und chaotiſch ſieht eine ſolche, noch von glühender Lava durchfloſſene, an

§. 94. ihrer Oberfläche vollständig erstarrte, aber an ihrer unteren Hälfte noch weiche und ausdehnbare, Rinde aus. — Aber während so sich an der Außenfläche eines Lavastromes eine wilde, zackige und schlackige Rinde bildet, entsteht auch eine eben solche Rinde an ihrer unteren Fläche, indem die kältere Bergoberfläche, auf welcher sich die Lava fortwälzt, ihr die Wärme entzieht, so daß sich also die noch flüssige Lava zwischen einer oberen und unteren Rinde, wie in einem zusammengeschmolzenen Schlackenkanale oder Schlackensacke fortbewegt. In diesem eigenthümlichen Kanale kann nun die noch flüssige Lava viele Jahre hindurch flüssig oder doch weich und formbar bleiben, da die schaumige, blasige oder poröse Masse der Lavarinde ein sehr schlechter Wärmeleiter ist, in Folge dessen sie die Hitze der Lava weder in sich aufnimmt noch durch sich entweichen läßt. Hierdurch läßt es sich erklären, daß Lavaströme über die Schneefelder hoher Vulcanberge wegfließen können, ohne dieselben vollständig zu schmelzen, daß ferner in näherer Umgebung von Lavaströmen Bäume nicht verbrannt wurden, daß endlich auf der vollständig erkalteten Lavarinde schon ein Ueberzug von Flechten und anderen Pflanzen zu bemerken ist, wenn auch die unter ihr befindliche Lava noch weich oder gar zähflüssig ist.

d. Wie oben schon bemerkt, so sind die Laven Verbindungen von zusammengeschmolzenen Silicaten, unter denen Feldspathe (Sanidin, Oligoklas, Andesin, Labrador und Anorthit), Leucitoide (Leucit und Nephelin) und Amphibolite (namentlich Augit) am meisten hervortreten. Je nach dem Grade ihrer Zusammenschmelzung und der Schnelligkeit ihrer Erstarrung kann man unter ihnen nun unterscheiden:

1) vollständig in Glas umgewandelte oder vulcanische Gläser, zu denen Obsidian, Perlit, Sphärolith, Bouteillenstein und Bimsstein gehören;
2) halbglasige oder vulcanische Schlacken;
3) dichte Laven; und
4) krystallinische Laven.

Die Gläser und Schlacken sind aus Kieselsäure reicheren, die dichten und krystallinischen Laven dagegen namentlich aus Kieselsäure ärmeren Lavaschmelzen entstanden. Unter den Gläsern scheinen die dichten aus vollständigen Schmelzen unter dem Drucke von Wasserdämpfen, dagegen die schaumigen und schwammigen (Bimsstein) unter dem Drucke von kaltem Wasser entstanden zu sein. Ist ein ausgeflossener Lavastrom sehr mächtig, so zeigt er zu oberst, wo seine Erstarrung rasch vor sich geht, stets eine Rinde von schlackiger, großblasiger, schaumig zerrissener Schlackenlave, darunter eine klein- und schaumigblasige Schlackenlava, unter dieser dichte Lava, welche endlich einen Kern von krystallinischer Lava, — das Product ganz allmählich erfolgter Erstarrung — umschließt.

e. Von ganz besonderem Interesse sind für manche Vulcane — so namentlich für den Vesuv — die schon wiederholt genannten vulcanischen Bomben. Dieselben bestehen aus rundlichen, $^1/_3$ bis 1 Meter Durchmesser enthaltenden, von einer glasig dichten Lava umschlossenen, Blöcken, welche theils durch der Dämpfe Gewalt in die Höhe geschleudert werden

und dann in der nächſten Umgebung des Kraters wieder niederſtürzen, theils zugleich mit der fließenden Lava aus dem Eruptionskanale hervorquellen. Sie enthalten in ihrem Innern, namentlich in ihren Höhlungen, oft ein prachtvolles Aggregat von kryſtalliſirten Mineralien, ſo namentlich von Eiſenglanz, welcher aus der Zerſetzung von Eiſenchlorid durch Waſſerdämpfe entſteht und auch in dem Krater und Spalten des Vulcankegels ſehr häufig iſt, von Augit, Hornblende, Biotit, Sodalith, Mikroſommit, Nephelin, Leucit, Anorthit, Sanidin und Melanit, lauter ſchöne Silicate, welche wohl ebenſo, wie der Eiſenglanz, aus Dämpfen entſtanden ſind, indem ihre Beſtandtheile zunächſt in dem vulcaniſchen Laboratorium durch die heißen Waſſerdämpfe zur Verdampfung gebracht werden und ſich dann beim allmählichen Verdichten des Waſſerdampfes mit einander chemiſch zu den genannten Mineralien verbanden.

Die Schlammvulcane. — Es iſt ſchon früher darauf aufmerkſam gemacht worden, daß nicht ſelten aus den Kratern thätiger Vulcane, wenn ſich in Folge von ſtarken Regengüſſen, ſchmelzendem Schnee oder auch von ſeitwärts in den Vulcanberg eingedrungenen Flüſſen in den Klüften, dem Eruptionskanale und dem Krater eines ſolchen Berges Waſſer angeſammelt hat, durch die aufwärts drängenden Dämpfe und Schmelze getrieben, dieſes Waſſer mit Schlamm untermiſcht ausfließt. Von dieſer Art Eruption ſind nun die Schlammwaſſer-Ausbrüche der ſogenannten Schlammvulcane verſchieden. §. 95.

Dieſe Schlammvulcane oder Salſen, deren ſchon bei der Beſchreibung der Torfmoore gedacht worden iſt, gehören eigentlich gar nicht zu den Vulcanen, indem ſie weder mit einem vulcaniſchen Laboratorium in Verbindung ſtehen, noch eigentliche Eruptionsproducte, wie Laven, Aſchen u. dergl. auswerfen. Mit den eigentlichen Vulcanen haben ſie nur einen kegelförmigen, in der Regel nur wenige Meter hohen, Eruptionskegel gemein, aus deſſen Gipfelmündung von Zeit zu Zeit Gaserploſionen erfolgen, welche ſich auch bisweilen entzünden und eine ſchwarzrauchende Flammenſäule bilden.

Der ſehr ſanft anſteigende Kegel dieſer eigenthümlichen Vulcane bildet, wie ſchon angedeutet, Hügel im Allgemeinen von 1 bis 3, ſelten von 30 bis 50 und am ſeltenſten von 100 Meter Höhe und beſteht aus einem ſchwarzgrauen, bituminöſen Thon, welcher während der Eruptionen ſchlammig weich iſt und bei ſtarken Waſſerausbrüchen oder auch bei ſtarken Regengüſſen nach allen Seiten auseinander fließt und ſich mehr und mehr ebenet, bei lange andauernder Ruhe aber erhärtet und dann nach allen Richtungen von Austrocknungsſpalten durchzogen wird. Auf ſeinem Gipfel befindet ſich gewöhnlich ein kleiner, etwa 1 Meter großer, trichterförmiger Krater, welcher auf ſeinem Grunde mehrere kleine Auswurfslöcher beſitzt; bisweilen aber erſcheint auch die ganze Oberfläche eines ſolchen Schlammkegels mit kleineren Auswurfskegeln, wie mit Warzen, beſetzt. Dieſes iſt unter anderen der Fall bei dem Macaluba unweit Girgenti auf Sicilien. Auf dem 50 Meter hohen Hauptkegel dieſes Schlammvulcanes befinden ſich über 100 ſolcher kleinen Auswurfskegel.

§. 95. So lange ein solcher Schlammvulcan bloß innerlich arbeitet, entweichen seinen Krateröffnungen Kohlenwasserstoffgas im Gemenge mit etwas Kohlenoxydgas und Kohlensäure, — also dieselben Gasarten, welche einem brennenden Kohlenmeiler entweichen oder auch aus einem Sumpf- oder Torfmoorpfuhle in großen Blasen hervorbrechen, sobald man den Schlamm desselben tüchtig umrührt. Hat sich nun während dieses Zustandes Regenwasser in dem Krater angesammelt und die thonige Bestandesmasse des letzteren in Schlamm umgewandelt, so bringen die aufsteigenden Gase denselben in eine wallende Bewegung, ähnlich wie kochendes Wasser, wenn er dünnflüssig ist, oder sie treiben ihn blasenförmig auf und schleudern ihn dann umher, wenn seine Masse eine mehr zähe Consistenz angenommen hat. — Wenn nun aber die im Eruptionskegel vorhandene Schlammmasse die sämmtlichen Auswurfskanäle verstopft und der Krater selbst sich mit dickschlammigem Wasser angefüllt hat, dann können die im Untergrunde dieser Vulcane sich entwickelnden Dämpfe nicht mehr entweichen. Sie sammeln sich nun an, verdichten sich zum Theil unter dem Einflusse des auf sie drückenden Wassers zu Erdöl (Naphtha) und entwickeln dabei eine große Menge Wärme, welche nun wieder die noch vorhandenen Gase so stark ausdehnt, daß diese unter donnerndem Geräusche und die Erde erschütterndem Drängen am Ende den verstopften Eruptionskanal durchbrechen und unter Entwickelung heißer Dampfsäulen die den Krater verstopfenden Massen als einen heißen, mit Kochsalz und Erdöl untermischten, Schlamm emporschleudern und zum Ueberfließen über die Kratermündung zwingen. Die Menge des so herausgeschleuderten Schlammes ist oft so bedeutend, daß sie nicht nur die Höhe und den Umfang des vorhandenen Kegels stark vergrößert, sondern auch in bisweilen meilenlangen Strömen das umliegende Land bedeckt.

Nach allem eben Mitgetheilten haben demnach die Schlammvulcane wohl in der Art ihrer Thätigkeit und Eruptionen, ja auch sogar in den Orten ihres Auftretens Aehnlichkeit mit den eigentlichen Vulcanen, aber in der Art ihrer Auswurfsproducte, sowie in der muthmaßlichen Art ihrer Entstehung sind sie von ihnen verschieden. Wie eben gezeigt worden ist, so stoßen sie einerseits Kohlenwasserstoff, Kohlenoxydgas, Kohlensäure und Wasserdampf, — also lauter Gase, wie sie bei der Verkohlung von Pflanzenresten entstehen, — und andererseits Thonschlamm, Kochsalz und Naphtha aus. Thon bildet in der Regel die Decke von Braun- oder Torfkohlen; Naphtha aber, welche gar nicht selten in der Umgebung der Schlammvulcane, (z. B. am Kaspisee) dem Boden entquillt, ist verdichteter Kohlenwasserstoff und ein Destillationsproduct brennender Braun- und Steinkohlen; Kochsalz endlich kommt oft in der Umgebung von Naphthaablagerungen vor, wie man ja auch schon oft Naphthaputzen im Steinsalz gefunden hat, und kann leicht auch durch salzhaltiges Wasser in die Nähe der Kohlenablagerungen (z. B. vom Meere aus) gelangen. — Alle diese Andeutungen sprechen wohl dafür, daß die Schlammvulcane ihr Bildungs- und Auswurfsmaterial vorzüglich in Verkohlung begriffenen Pflanzenresten (— vielleicht brennenden Braun- und Steinkohlenlagern —) verdanken. Für den Einfluß des Meerwassers sprechen

nun aber auch die Orte, an denen man bis jetzt Schlammvulcane bemerkt hat, nemlich die Inſeln Trinidad, Java, die Gebiete des Kaukaſus und die Inſel Taman am Kaſpiſee, Sicilien (mit dem ſchon erwähnten Macaluba bei Girgenti) und Island.

b. Die Vulcane der vorgeſchichtlichen Erdrindebildungsperioden.

Charakter derſelben. — Außer den bisher betrachteten Vulcanen, §. 96.
welche hauptſächlich durch ihre verſchiedenartigen, in geneigten Schuttmaſſen übereinander lagernden, Bildungsmaterialien, — namentlich durch ihre poröſen, ſchlackigen Lavenſtröme und Schuttmaſſen, — ſowie durch ihre Kraterbildungen ausgezeichnet ſind, giebt es noch zahlreiche Erdrindemaſſen, welche ſowohl durch ihre ungeſchichteten, ihrem Mineralbeſtande nach den jetzt noch entſtehenden Vulcanbildungen ähnlichen, Maſſen, wie auch durch ihre gang- oder aderförmigen, die geſchichteten Erdrindeablagerungen von unten nach oben mehr oder weniger ſtrahlig durchſetzenden, Gebilde zu den Erzeugniſſen ehemaliger, in den vorgeſchichtlichen Erdbildungsperioden thätig geweſener Vulcane gerechnet werden müſſen. — Dieſe alten, ebenfalls über der ganzen Erdoberfläche verbreiteten, und wohl ſtets nur durch eine einzige Eruption hervorgerufenen Vulcanbildungen ſind nun ausgezeichnet

1) durch ihre compacten Bildungsmaſſen, deren Gemengtheile zwar auch, wie bei den jetzigen Vulcanen, noch vorherrſchend aus Feldſpathen und Amphiboliten beſtehen, aber untereinander zu derben, dichten, körnigen, porphyriſchen oder amygdaloidiſchen Maſſen verwachſen ſind, bei denen alſo das zerriſſene, ſchlackige oder blaſige Gefüge der jetzigen Laven unbemerkbar iſt oder höchſtens dann angedeutet erſcheint, wenn ihre Beſtandesmaſſe durch Auflöſung und Auslaugung einzelner ihrer Gemengtheile lückig, zellig oder auch blaſig geworden iſt, wie dieſes namentlich bei der Maſſe der Mandelſteine durch Auswaſchen ihrer eingebetteten Mandelmineralien geſchehen kann;

2) durch den Mangel von eigentlichen Kraterbildungen, inſofern da, wo man eine ſolche Krateröffnung angedeutet gefunden hat, wie z. B. an der baſaltiſchen Pflaſter- und Stopfelskuppe bei Eiſenach, dieſelbe nicht durch vulcaniſche Auswurfsmaſſen, ſondern durch die von dem Eruptionsgeſteine durchbrochene Erdrindenmaſſe gebildet wird;

3) durch den Mangel aller ſchichtenartigen Uebereinanderlagerung der verſchiedenartigen Auswurfsmaſſen, — eine Erſcheinung, die wohl nur darin ihren Grund hat, daß, wie auch oben ſchon angedeutet, die Bildungsmaſſe eines jeden ihrer Berge das Product nur einer einzigen Eruption iſt;

4) durch das Zurücktreten aller Schutt- und Tuffbildungen; denn wenn auch dieſe Bildungen da und dort in der Umgebung von Trachyten, Phonolithen und Baſalten auftreten, ſo bilden ſie doch nur einfache Mandeldecken über den compacten Auswurfsmaſſen dieſer alten Vulcane und nehmen nur ſelten große Ablagerungsräume ein, während bei den Vulcanen der Jetztzeit gerade die Aſchen- und Tuffmaſſen die Hauptrolle ſpielen, ja oft das alleinige Bildungsmaterial ihrer Berge bilden.

§. 97. **Die Eruptionsmassen der vorgeschichtlichen Vulcane nach ihrer Beschaffenheit und ihren Bergformen.** — Wie im vorigen Paragraph schon angedeutet, so bestehen diese alten Vulcane ziemlich aus denselben Gesteinsmassen, wie die Vulcane der Gegenwart. Sieht man nun von den vulcanischen Erdrindebildungen der ältesten Schöpfungsperioden ab und faßt bloß die seit der Braunkohlenperiode entstandenen ins Auge, so wird man folgende Resultate erhalten:

1) Die Eruptionsmassen sind ihrem Bestande nach:

a. trachytischer Natur, indem sie als vorherrschenden Gemengtheil einen kieselsäurereichen Feldspath (Sanidin, Oligoklas oder Andesin) und neben diesen auch häufig Quarz, Glimmer und Magnesiahornblende enthalten. Ihrer weiteren Beschaffenheit nach zerfallen diese, oft noch an Granite, Syenite, Diorite und Felsitporphyre erinnernden, Gesteine in

α. eigentliche Trachyte mit Sanidinfeldspath,

β. Andesite mit Andesin oder Kalkoligoklas;

b. phonolithischer Natur, indem sie außer Kalkoligoklas gewöhnlich auch Nephelin, aber wohl nie Quarz, dagegen oft verschiedene Zeolitharten enthalten. Sie bilden ihrem Gehalte und Vorkommen nach eine Uebergangsstufe von den Trachyten zu den Basaltiten;

c. basaltischer Natur, indem sie stets einen kieselsäureärmeren Feldspath (Plagioklas oder Labrador) oder statt dessen Nephelin und außerdem stets noch Augit und Magneteisen, häufig auch Olivin enthalten.

2) Diese Gesteinsarten treten theils in dichten oder krystallinisch körnigen, theils in porphyrischen oder mandelsteinförmigen, seltener porösen und am seltensten blasig-schaumigen Massen auf; ja es kommt häufig vor, daß in einer und derselben Ablagerungsmasse die äußere Zone derselben aus Mandelstein, die darunter liegende aus Porphyr und der Kern aus körnigem oder dichtem Gesteine besteht, wie man hauptsächlich bei den Basalten bemerken kann.

Bemerkung: An der basaltischen Pflasterkante, Kupfergrube und Stopfelskuppe bei Eisenach bestand früher die Oberfläche aus Mandelstein; unter diesem zeigte sich porphyrischer Basalt und unter diesem folgte ein aus Anamesit und Dolerit bestehender Kern, welcher von glasig dichtem Basalt umhüllt war.

Diese massige und nur selten in ihren äußersten Regionen an die jetzigen Laven erinnernde, Beschaffenheit der altvulcanischen Eruptionsproducte deutet darauf hin, daß dieselben bei ihrem Aufsteigen einen so dick- und zähflüssigen Schmelz bildeten, daß derselbe oft schon in seinem Eruptionskanale stehen blieb und dann denselben vollständig ausfüllte oder sich, wenn er aus demselben hervortrat, über ihm in massigen Kuppen und Domen aufhäufte. Aber zugleich auch ist aus dem Mangel oder wenigstens aus der geringen Entwickelung von vulcanischen Schutt- und Tuffmassen, sowie von eigentlich schwammig-blasiger und schlackiger Lava zu folgern, daß bei der Bildung der vorgeschichtlichen Vulcanmassen sich bei weitem nicht so große Mengen von Dämpfen und Gasen entwickelten, als bei den gegenwärtigen Vulcanen, ja daß bei jenen gerade nur soviel Dämpfe und Gase vorhanden waren als nothwendig war, um die Eruptionsmassen in die Höhe zu treiben, und daß dann die mit dampfförmigen Mineralsubstanzen erfüllten Dämpfe von den zähflüssigen Schmelzmassen

aufgeſogen und feſtgehalten wurden, in Folge deſſen nun durch gegenſeitige Einwirkung der Dämpfe und Schmelzmaſſen auf einander einerſeits die erſteren genöthigt wurden ihre gasförmigen Mineralſubſtanzen an die ſie aufſaugenden Schmelzmaſſen abzugeben, wodurch dieſe in ihrem Beſtande mannichfach umgewandelt wurden, — und andererſeits die Erſtarrung dieſer Schmelzmaſſen nur allmählich eintrat, wodurch die Entwickelung ihrer Gemengtheile befördert und die Bildung von blaſiger Schlacke verhindert wurde.

Aber eben dieſe zähe Conſiſtenz und allmähliche Erſtarrung der ausfließenden Vulcanproducte und der Mangel an nachfolgenden Dämpfen iſt nun auch die Urſache, daß die vorgeſchichtlichen Trachyt-, Andeſit-, Phonolith- und Baſaltmaſſen aus ihren Eruptionskanälen als dickbreiige Maſſen hervorquollen und ſich, ohne einen wahren Krater zu bilden, gleich über ihrer Ausflußöffnung zu mehr oder minder ſteil anſteigenden, kraterloſen Kegeln, Kuppen, hochgewölbten Domen oder auch zu prallen Felsmauern, ja ſogar, wenn ſich auf einem ſchiefen Bergplateau mehrere Auswurfsſpalten dicht nebeneinander befanden und ihre Maſſen zu gleicher Zeit hervorſchoben, zu oft weit ausgebreiteten Decken aufhäuften. An den in dieſer Weiſe aufgehäuften Vulcanbergen erſcheint nun ihre Bildungsmaſſe theils gleichmäßig compact, theils in concentriſch übereinander gelagerte Schalen, theils in horizontale und ſchichtenähnliche Lagen und Platten, theils in regelmäßige und oft gegliederte, bald parallel nebeneinander ſtehende oder liegende, bald ſtrahlig auseinander gehende, Säulen, theils auch in concentriſch ſchalige Kugeln oder Cylinder, theils endlich in unförmliche Blöcke abgeſondert.

Hauptablagerungsorte. — Viele der hierher gehörigen Vulcanenmaſſen kommen noch ebenſo, wie die der Jetztzeit im und am Meere auf Inſeln und Halbinſeln vor, aber noch mehrere derſelben haben ihren Sitz im Binnenlande der Feſtländer weit von allen Meeren entfernt, indeſſen meiſt doch da, wo nachweisbar in der vorgeſchichtlichen Zeit große Binnenſeen ihren Sitz hatten, alſo vorherrſchend im Gebiete der verſchiedenen Braunkohlenformationen und des älteren Diluviums. §. 98.

I. Im Gebiete Europas treten ſie hauptſächlich auf:

a. auf den brittiſchen Inſeln, wo Baſaltite ganz gewaltig mächtige Maſſen zuſammenſetzen, ſo namentlich im nördlichen Irland (z. B. der Rieſendamm), auf der Inſel Staffa und auf mehreren der ſchottiſchen Inſeln;

b. auf den Faröern, wo hauptſächlich Anameſite zu finden ſind;

c. auf dem Feſtlande Europas, durch welches quer durch zwei alte Vulcanenzonen ziehen, nemlich

α. eine vorherrſchend trachytiſche und andeſitiſche;

1) in Oberitalien auf den Euganeen;

2) in Frankreich in der Auvergne zwiſchen dem 45° und 46° nördl. Breite, z. B. am Puy de Dome und Puy de Sarcoui;

3) in Ungarn und Siebenbürgen zwiſchen dem 46° und 49°, z. B. am Nagy-Mihály;

4) im Rheingebiete zwischen dem 50° und 51°, am Siebengebirge z. B. am Drachenfels und Lohrberg.

Zusatz: Die neueren rheinischen Vulcane drängen sich zwischen der unteren Mosel und der unteren Ahr auf ein kleines Gebiet, das Mayfeld, zusammen. Hier befinden sich über 30 vulcanische Kegel, von denen 15 noch deutliche Krater tragen. Außer diesen treten aber noch viele ältere Vulcankegel auf, welche sämmtlich aus vulcanischem Tuff, Leucitophyr, Phonolith oder Trachyt bestehen. Das Vulcansystem der Eifel bildet eine 7 Meilen lange, von Südosten nach Nordwesten sich erstreckende Spalte, welche bei Bertrich am Moselthale beginnt und bei Ormond an der nordöstlichen Spitze der Schneifel endet.

β. eine vorherrschend basaltische, welche sich vorzüglich in Deutschland zwischen dem 50° und 51° nördl. Br. bemerklich macht, und zu welcher die Basaltgebilde des Westerwaldes, Vogelsbergs, Habichtswaldes, Meißners, Rhöngebirges und des nördlichen Böhmens gehören. — In dem Gebiete dieser Basaltzone treten nun auch die meisten Phonolithberge auf, so im Hegau Badens, in der Eifel (z. B. am Hartenfelser Kopfe), auf der Rhön (z. B. an der Milseburg); bei Coburg am Heldburger Schloßberg; im nördlichen Böhmen (z. B. am Milleschauer, Kletschenberg und Borzen).

II. Im Gebiete Asiens macht sich vor allen anderen altvulcanischen Bildungen die gewaltige Basaltdecke bemerklich, welche in Dekhan in Vorderindien ein Plateau von 1000 bis 1300 Meter Höhe und etwa 12,000 Quadratmeilen Größe bildet.

III. Im Festlande Amerikas scheint hauptsächlich das an Geysirn reiche Gebiet des Collorado und Yellowstone basaltischer Natur zu sein. —

2. Die Erdbeben.

a. Wesen derselben.

§. 99. **Allgemeine Erscheinungen bei Erdbeben.** — Wenn die Erdrinde an irgend einer Stelle ihrer Oberfläche durch irgend eine, aus dem Erdinnern nach Außen hin wirkende, Potenz erschüttert wird, so entsteht an der erschütterten Stelle eine Bewegung, welche je nach der Art und Stärke der Erschütterungspotenz bald nur als ein Erzittern oder leises Hin- und Herschwanken, bald als ein wellenförmiges Auf- und Niedersteigen oder auch als ein heftiges, stoßweises in die Höhespringen der erschütterten Erdoberfläche auftritt. Diese, durch eine von Innen nach Außen hin wirkende Potenz hervorgerufene, Bewegung an der Erdoberfläche nennt man ein Erdbeben.

Nach dem eben Mitgetheilten sind also nur diejenigen Bewegungen der Erdoberfläche zu den Erdbeben zu rechnen, welche durch eine, im Erdkörper selbst wirkende, Potenz hervorgerufen werden. Hierdurch sind von selbst alle diejenigen Erschütterungen der Erdoberfläche ausgeschlossen, welche durch irgend eine äußere Ursache, seien es nun atmosphärische Stürme oder Zusammenstürze verwitterter, zerklüfteter oder durch Regenwasser geschlämmter Bergmassen, hervorgerufen werden.

Vor, während oder auch nach Erdbeben zeigen sich außer den Erschütterungen mancherlei Erscheinungen, von denen die einen in einem gewissen

Zuſammenhange mit den Erdbeben zu ſtehen ſcheinen und darum als gewöhnliche Vorboten und Begleiter derſelben anzuſehen ſind, während die anderen rein zufällig und außergewöhnlich erſcheinen.

Zu den gewöhnlichen Erſcheinungen vor und mit den Erdbeben gehört:

1) ein bald ſtärkeres, bald ſchwächeres, bald wie Windesgebrauſe, bald wie rollender oder krachender Donner, bald auch wie ein Klirren zuſammengeſchlagener Glasgeſchirre oder wie ein Raſſeln von Ketten tönendes, Geräuſch, welches oft auf weite Fernen hin gehört wird und aus dem Erdinnern emporbringt, woher es auch kommt, daß es am ſtärkſten und deutlichſten in den Schachten tiefer Bergwerke oder an der Mündung tiefer Brunnen vernommen wird. Oft ertönt dieſes Geräuſch in gewaltiger Stärke monatelang, ohne daß dann ein wirkliches Erdbeben eintritt. Nicht ſelten aber ſtellen ſich auch Erdbeben der heftigſten Art ohne alles Geräuſch ein, wie dieſes z. B. der Fall bei dem großen Erdbeben von Liſſabon und Riobamba (1797) war.

2) Gewitter und heftige Windſtöße treten zwar oft genug während eines Erdbebens auf, allein noch iſt ihr Zuſammenhang mit dem letzteren nicht erwieſen, obgleich J. Schmidt (Studien über Erdbeben) gezeigt hat, daß in dem Gebiete von Griechenland und Kleinaſien die Hauptmaxima der Gewitter und Erdbeben nahe zuſammenfallen.

Zu den rein zufälligen Erſcheinungen bei Erdbeben dagegen müſſen oft übelriechende Nebel, brennbare, aus eben erſt entſtandenen Spalten hervortretende, Gaſe und Feuerflammen gerechnet werden.

§. 100. **Art und Richtung der Bodenbewegung bei Erdbeben.** — Iſt die Erſchütterung, welche die Erdrindenmaſſe erhält, nur eine geringe, ſo ruft ſie nur ein augenblickliches Erzittern an der Erdoberfläche hervor; tritt dagegen die erſchütternde Potenz kräftiger auf, dann verſetzt ſie die Erdoberfläche entweder in eine ſtoßweiſe auf- und niederſpringende (ſucculſoriſche) oder in eine horizontal wellenförmig ſich fortpflanzende (undulatoriſche) Bewegung. Die erſte dieſer beiden Bewegungsarten, die ſenkrecht aufwärts ſtoßende, gleicht in ihrer Wirkung der Exploſion, welche durch eine Pulvermine erzeugt wird, indem ſie bei plötzlichem Eintritte und einiger Heftigkeit die von ihr betroffene Erdrindenſtelle ſammt allem, was ſich auf ihr befindet, ſenkrecht in die Höhe ſchleudert. So wurden nach Hamilton bei dem großen Erdbeben Calabriens 1783 Menſchen und einzeln ſtehende Häuſer plötzlich in die Höhe geſchleudert und die Steine des Straßenpflaſters ſprangen in die Höhe; ebenſo wurde bei dem Erdbeben in Chile am 7. November 1837 auf dem Fort San Carlos ein, über 30 Fuß tief in der Erde ſteckender und durch Eiſenſtangen befeſtigter, Maſtbaum in die Höhe geſchnellt. Wegen ihres plötzlichen und heftigen Auftretens wirkt dieſe ſuccuſſoriſche Erdbebenart am verheerendſten. In der Regel iſt ſie auch die Erzeugerin der wellenförmig ſich fortpflanzenden oder undulatoriſchen Erdbeben, indem dieſe wohl ſtets von derjenigen Stelle ausgehen, welche erſt durch einen ſenkrecht aufwärts gerichteten Stoß in Bewegung geſetzt worden iſt. Dieſe wellenförmig ſich fortbewegenden Erdbeben gleichen in ihrem Auftreten den

Meereswellen, treten bald in sanften Schwingungen, bald in hohen, rasch vorwärtsdringenden, Wogen auf und nehmen von ihrem Ursprungspunkte an Höhe und Heftigkeit umsomehr ab, je weiter sie schwingen. Die Richtung, in welcher sich ihre Wellenschwingungen oft über sehr weite Landesgebiete verbreiten, ist stets eine *gradlinichte* und entweder nur in der Richtung einer einzigen Linie vorwärtsdringende (*lineare*) oder sich von ihrem Erschütterungspunkte aus concentrisch strahlig — ähnlich den durch einen ins Wasser geworfenen Stein erzeugten Ringwellen — ausbreitende; bisweilen kommt es aber auch vor, daß zwei oder mehrere wellenförmige Erdbebenzüge sich durchschneiden oder durchkreuzen und dann an ihrem Durchkreuzungspunkte — ähnlich zwei unter einem Winkel aufeinanderstoßenden Windströmungen — in eine wirbelnde oder *rotirende* Bewegung gerathen, der zufolge die von ihnen bewegte Erdstelle ebenfalls kreisend geschwungen wird.

Von den eben genannten Bewegungsrichtungen hängt nun die *Ausbreitungsform* eines Erdbebens ab. Pflanzt sich die Erschütterung von einem Punkte aus linear nach einer und derselben Richtung fort, so ist gewöhnlich der von dem Erdbeben erschütterte Landstrich zwar lang, aber verhältnißmäßig schmal. Das von einem solchen linearen und in seiner Ausbreitung dem Fuße von Gebirgen oder auch der Richtung von Meeresküsten folgenden Erdbeben erschütterte Landesgebiet hat man eine *Erschütterungszone* genannt. Wenn sich dagegen die Erderschütterung von einem Punkte aus radial und in concentrischen Kreisen weiter fortpflanzt, so nennt man das von den Wellenkreisen des Erdbebens heimgesuchte Landesgebiet einen *Erschütterungskreis*. Obwohl gewöhnlich der Umfang eines solchen Erschütterungskreises sich der Form eines Kreises nähert, so kommt es doch auch vor, daß bei wiederholt nacheinander folgenden Stößen das Schüttercentrum in einer Linie weiterrückt, wodurch der Erschütterungskreis länglich-eirund oder auch birnförmig in die Länge gezogen wird. — Endlich hat man auch Fälle, daß zu gleicher Zeit von mehreren Punkten, gewissermaßen von einer Centralaxe, aus sich lineare Erderschütterungen parallel nebeneinander hinziehend über ein Landesgebiet verbreiteten. Diese Form von Erderschütterungen, durch welche die zwischen den, in der Regel sehr schmalen, Erschütterungszonen liegenden Landestheile ganz von Erbebungen verschont bleiben, hat man *transversale* Erdbeben genannt.

§. 101. **Geschwindigkeit, Dauer, Heftigkeit und Verbreitungsgröße der Erdbeben.** — Die Zeit, in welcher sich eine Erschütterungswelle von ihrem Anfangspunkte an bis zum Endpunkte ihrer Wahrnehmung fortpflanzt, ist verschieden einerseits nach der Stärke und Richtung der erschütternden Potenz und andererseits nach der Beschaffenheit und der Verbindungsweise der von der Erschütterungswelle zu durchdringenden Erdrindenmasse, wie später noch näher erörtert werden soll; ist aber außerdem auch schon deshalb schwer zu bestimmen, weil man bei dem Eintritte einer Erderschütterung nicht auf deren genaue Beobachtung vorbereitet ist und die während seines Verlaufes beobachteten Chronometer gar häufig nicht zu genauen Beobachtungen geeignet sind.

§. 101. Nach den Berechnungen von Jul. Schmidt betrug die Geſchwindigkeit der Fortpflanzung des Rheiniſchen Erdbebens in der Minute 3,739 Meilen, alſo in der Secunde 1376 Fuß. Nach Mitchell pflanzten ſich die Erſchütterungswellen des Erdbebens von Liſſabon am 1. November 1755 in der Minute $4^1/_2$ geographiſche Meilen, alſo in der Secunde 1650 Par. Fuß fort.

Wie die Geſchwindigkeit, ſo iſt auch die Dauer der Erdbeben ſehr verſchieden. Nicht ſelten beſteht eine Erſchütterung nur aus einem einzelnen, plötzlich eintretenden und raſch wieder verſchwindenden Stoße; ſehr oft aber zeigen ſich bei derſelben raſch hintereinander mehrere heftige Stöße, deren jeder eine einzige oder nur wenige Secunden währt, ſo daß das ganze Erdbeben überhaupt nur einige Secunden oder höchſtens einige Minuten dauert. So wurde Liſſabon bei dem ſchon erwähnten Erdbeben in Zeit von 5 Minuten, Caracas am 26. März 1812 durch drei Stöße innerhalb 22 Minuten, Oppido in Calabrien innerhalb 2 Minuten total zerſtört. — Nach den erſten und ſtärkſten Erſchütterungen treten dann oft noch Nachſchwingungen ein, welche zwar nicht mehr die zerſtörende Kraft der erſten Stöße zeigen, aber oft noch Wochen und Monate lang dauern und nur allmählich verſchwinden. Nach dem calabriſchen Erdbeben hörten dieſe Nachſchwingungen erſt nach einem Jahre, und nach dem Erdbeben von Cumana 1766 erſt nach 14 Monaten auf. — Sehr oft kommt es vor, daß ein Erdbeben mit einer einzigen Erſchütterung noch nicht vollendet iſt, ſondern nach längeren oder kürzeren Ruhepauſen ſeine Erſchütterungen wiederholt und in dieſer Weiſe Monate, ja Jahre hindurch, fortſetzt. So erlitt der Ort Groß-Gerau im Großherzogthum Heſſen vom 29. October 1869 an bis zum 19. November 189 Erſchütterungen und 718 Vibrationen, dann ſetzten dieſelben drei Tage lang aus, um ſich vom 28. November an nicht nur mit wenigen Unterbrechungen bis zum 27. December, ſondern auch im Jahre 1870 am 6., 9., 14., 16., 21. bis 31. Januar, weiter am 21., 22. und 27. Februar, dann im März 16 mal, im Mai 6 mal, im Juni 3 mal, im Juli 4 mal, im September 5 mal, im October 6 mal, im November 1 mal und im December 6 mal bemerkbar zu machen; ja ſelbſt im Jahre 1871 zeigten ſich noch 30 und im Jahre 1872 noch 20 Erdbebentage.

Bemerkenswerth erſcheint es, daß in einer und derſelben Zeit an mehreren, oft weit von einander entfernten Orten Erderſchütterungen auftreten können. So wüthete nach v. Hoff am 16. November 1827 ein ſtarkes Erdbeben zu gleicher Zeit in Columbien von Paſto bis Santa-Fe-di-Bogota und 1900 Meilen davon entfernt in Sibirien bei Ochotsk. Ebenſo fanden vom 19. December 1838 bis zum 8. März 1840 wiederholt gleichzeitige Erderſchütterungen ſtatt zu Saint-Jean de Maurienne in Savoyen und zu Comrie in Schottland.

Der von einer Erſchütterung in Bewegung geſetzte Theil der Erdoberfläche kann bald nur einen verhältnißmäßig ſehr kleinen Raum einnehmen, bald Tauſende von Quadratmeilen umfaſſen. So reichten die Erſchütterungen des Erdbebens von Liſſabon (1755) ſüdwärts bis Marocco, weſt-

wärts bis zu den Inseln und Küstenländern Amerikas, nordwärts bis Skandinavien und ostwärts bis Böhmen und Ungarn, so daß sein Wirkungskreis ein Landesgebiet von etwa 700 geographischen Quadratmeilen umspannte. — Die von Norden nach Süden fortziehenden, linearen Erdbeben der Küsten von Chile und Peru haben häufig eine Ausdehnung von 150 bis 260 geographische Meilen. Das centrale Erdbeben in den Rheinlanden vom 29. Juli 1846 erstreckte sich von Cochem an der Mosel aus nördlich bis Münster, östlich bis Coburg, südlich bis Freiburg und westlich bis Ath in Belgien, so daß es 3800 Quadratmeilen einnahm.

Erklärung: Nach Naumann unterscheidet man vulcanische und plutonische Erdbeben, von denen die ersten mehr local und durch die Eruptionen eines Vulcanes hervorgebracht erscheinen, die zweiten aber eine sehr große Verbreitung haben und von vulcanischen Eruptionen unabhängig sind.

§. 102. **Verbreitungsverhältnisse der Erdbeben. Abhängigkeit derselben von dem geognostischen Baue der Erdrinde.** — Wenngleich die Erfahrung lehrt, daß Erdbeben überall auf der Erdoberfläche — in der kalten Zone so gut wie in der heißen, in den Tiefländern ebenso wie in Gebirgsländern, in dem Binnenlande der Continente ebenso wie auf Halbinseln, Inseln und im Meeresgebiete selbst — auftreten können, daß sie also eine so allgemein verbreitete Erscheinung sind, daß nach Humboldt's Ausspruch (— Kosmos I. S. 218 —) wohl kein Tag vergeht, an welchem nicht irgend ein Punkt der Erdoberfläche erbebt, — so lehrt doch auch eine vieljährige Beobachtung, daß der geognostische Bau eines Landesgebietes einen nicht zu verkennenden Einfluß namentlich auf die Stärke und Heftigkeit der Erdbeben ausübt. Das Folgende wird diese Beobachtung bestätigen:

1) Es ist allbekannt, daß das gewaltige Erdbeben, welches Calabrien im Jahre 1783 heimsuchte, hauptsächlich an der Westseite des, in dieser Gegend Italiens granitischen, Apennins wüthete, dagegen an der Ostseite dieses Gebirgszuges nur wenig gespürt wurde. Ebenso weiß man, daß die linearen Erdbeben, welche an den Westküsten Südamerikas mit großer Heftigkeit auftreten und oft über 100 Meilen Landes an dem westlichen Fuße der Andeskette durchziehen, sich nur selten quer über diese Kette — und dann nur mit geringer Heftigkeit — verbreiten. In Europa endlich hat man gefunden, daß die Erdbeben in Spanien namentlich an der Südseite des Pyrenäenzuges, in England und Skandinavien der Längenrichtung der dasigen Gebirge und in den Alpenländern dem Südfuße der Alpenkette folgen. — Aus allen diesen Beobachtungen hat man geschlossen, daß, wenn auch bisweilen Erdbeben quer über Gebirgszüge wegdringen und zu beiden Seiten derselben mit ziemlich gleicher Heftigkeit auftreten, doch diese Gebirgszüge im Allgemeinen einen Grenzwall bilden, durch welchen die Richtung und seitliche Verbreitung einer Erderschütterung bestimmt und gehemmt wird.

2) Im Gebiete der Rhone, des Rheines und der Donau hat man beob- §. 102.
achtet, daß die in demselben auftretenden Erderschütterungen gewöhnlich der Richtung der Flußthäler folgen und hat daraus gefolgert, daß große Flußthäler einen Einfluß auf die Richtung der Erdbeben ausüben.

3) Endlich aber treten Erdbeben in Tiefländern, deren Oberfläche aus einer sehr mächtigen Ablagerung von losem Stein- und Erdschutte besteht, weit seltener und viel gelinder auf, als in solchen Gebieten, in denen auf einer compacten Felsunterlage nur eine verhältnißmäßig dünne Decke von losen Gebirgsschuttmassen lagert. So theilt Sharpe über das Erdbeben von Lissabon mit, daß der westliche, auf festem Hippuritenkalkstein und Basalt lagernde, Theil dieser Stadt weit weniger von dem Erdbeben erschüttert wurde als der auf weichen Mergeln gelegene. Nach Deville wurden bei dem Erdbeben von Guadeloupe (1843) namentlich die auf Thon, Mergel und lockerem Korallenkalkstein liegenden Häuser zerstört. Nach Spallanzani endlich wurde bei dem Erdbeben von Messina 1783 vorzüglich der an der Seeküste auf losem angeschlämmten Boden gelegene Theil der Stadt arg verwüstet. — Diesen Angaben gegenüber steht nun aber die Thatsache, daß das aus massigen Ablagerungen von losem Sand- und Erdschutt bestehende Gebiet des norddeutschen und russischen Tieflandes bisher nur selten und nur sehr gering von wahren Erdbeben heimgesucht wurde.

Alle diese Beobachtungen deuten nur darauf hin, daß der geognostische Bau eines Landesgebietes, einerseits nach den ihn zusammensetzenden Gebirgsarten und andererseits nach deren Zusammenfügungsweise einen bedeutenden Einfluß sowohl auf die Verbreitungsweise wie auf die Heftigkeit der auftretenden Erdbeben haben muß und zwar aus folgenden Gründen:

1) Feste, gleichartig dichte Körper pflanzen eine erhaltene Erschütterung gleichmäßiger, schneller und stärker fort, als lockere, poröse oder von Rissen und Spalten durchzogene. So beträgt nach R. Mallet die Fortpflanzungsgeschwindigkeit von Stoßwellen in festem Granit 507,5 Meter, aber in zerklüftetem Granite 398 Meter und in stark gefaltetem Schiefer 331,5 Meter in einer Secunde. Wenn nun ein Landesgebiet gleichmäßig aus einer compacten, festen, spaltenfreien Felsart zusammengesetzt ist, so muß diese die ihr mitgetheilten Erschütterungen rasch, stark und gleichmäßig weiter fortpflanzen; wenn dagegen der Grund und Boden eines Gebietes zwar aus festen Gesteinsmassen, aber von verschiedener Dichtigkeit besteht, und dabei von Schichtungsklüften und Spalten durchzogen ist, so muß die ihm mitgetheilte Erschütterung sich verschieden schnell und verschieden stark fortpflanzen, zunächst nach der verschiedenen Art seiner Bildungsmassen, sodann aber auch nach der Breite und Größe der seine Massen durchziehenden Spalten und Klüfte, indem jede dieser letzten die in den Gesteinsmassen vorwärtsdringende Erschütterung hemmt

§. 102. oder auch ganz abschneidet, woher es auch kommt, daß das Geräusch einer aus dem Erdinnern in die Höhe dringenden Erschütterung in tiefen Brunnen, Schachten, Gewölben und Höhlen oft sehr stark vernommen wird, während doch kein Erdbeben eintritt. Am stärksten brechen demnach in dieser Beziehung die weiten und senkrecht in große Tiefe niedersinkenden Spalten.

2) Wenn man, wie oben schon erwähnt, auf eine Glastafel eine Sandschicht streut und dann die erstere vom Rande aus, z. B. mittelst Streichens durch einen Violinbogen, erschüttert, so geräth der Sand augenblicklich in eine stark hüpfende Bewegung, wenn er nur eine sehr dünne Lage auf der Tafelfläche bildet; dagegen wird seine Oberfläche wenig oder gar nicht in Bewegung gesetzt, wenn er dick aufgehäuft die Glastafel bedeckt, weil in dicken Aufhäufungen die unteren Lagen wegen der nur losen Verbindung der einzelnen Sandkörner die ihnen mitgetheilte Erschütterung nicht oder nur sehr wenig den oberen Lagen mittheilen können.

Bemerkung: Man bedeckt schwache Brücken mit dicken Lagen groben Sandes und Gerölles, damit sie, ohne zu brechen, schwere Lastwagen tragen können.

Ganz dasselbe findet nun auch in der Natur statt. Wie oben schon mitgetheilt worden ist, so pflanzen verhältnißmäßig dünne Decken von Steinschutt und Erde die ihnen von dem festen Grunde aus erhaltenen Erschütterungen rasch und stark fort, während sehr starke Schuttdecken auf der Erdoberfläche die ihnen von unten her mitgetheilten Erschütterungen mehr oder weniger verschlucken. Und ebenso müssen nun auch die zwischen festen Gesteinsschichten lagernden Sand- oder Erdlagen die ihnen von ihren festen Gesteinsunterlagen mitgetheilten Erschütterungen je nach ihrer Mächtigkeit mehr oder weniger schwächen und hemmen.

Erklärung: Um sich ein sicheres Urtheil über den Eintrittsmoment eines Erdbebens an einem Orte und über die Fortpflanzungsrichtung und Geschwindigkeit desselben zu schaffen, muß man einen Erdbebenmesser, Seismometer oder Seismographen anwenden. Eins der zweckmäßigsten Seismometer ist das von Mallet angegebene. Dasselbe besteht aus zwei rechtwinkelig aufeinander stehenden Reihen kleiner (Holz- oder Thon-) Cylinder von gleicher Höhe, aber abnehmenden Durchmessern. Diese zwei Säulchenreihen werden auf zwei im Boden befestigten, horizontalen, rechtwinkelig zu einander liegenden, Platten aufgestellt, welche so lang sind, daß zwischen je zwei Säulchen ein etwas größerer Zwischenraum bleibt als ihre Höhe. Um diesen Apparat herum wird bis zur Höhe der Platten etwa 5 Centimeter hoch trockener Sand aufgefüllt. Wenn jetzt durch einen Erdstoß ein oder mehrere Säulchen umgestoßen werden, so wird zunächst ihre Lage in dem Sande, welcher ein Rollen verhindert, das genaue Azimuth des Stoßes ergeben, und man kann ferner aus den theilweise umgestürzten und theilweise stehen gebliebenen Säulchen auch die horizontale Geschwindigkeit des Stoßes berechnen (s. v. Seebach's Erdbebenkunde S. 319 ff.).

In allen diesen Ursachen liegt wohl nun auch der Grund, warum Gebirgszüge so oft den Richtungs- und Grenzwall von Erdbeben ab-

geben; denn einerſeits beſtehen ſie in ihrer Geſammtmaſſe aus verſchiedenartigen, zum Theil geſchichteten, zum Theil ungeſchichteten, und darum die Erderſchütterungen ungleich ſtark fortleitenden, Ablagerungsmaſſen, andererſeits ſind ſie gewöhnlich auf das Mannichfachſte von größeren und kleineren, die Erſchütterungswellen hemmenden, Spalten durchzogen, und endlich befindet ſich auch wohl da, wo ſie aus der Ebene aufſteigen, eine untererdiſche Spalte, durch welche ſie von dem erſchütterten Vorlande getrennt werden.

b. Urſachen der Erdbeben.

Abhängigkeit der Erdbeben von Witterungsverhältniſſen, Tages- und Jahreszeiten. — Wiewohl man in den von Erdbeben häufig heimgeſuchten Landesgebieten zu der Annahme geneigt iſt, daß das Auftreten von Erderſchütterungen theils vorher angekündigt, theils begleitet würde von gewiſſen atmoſphäriſchen Zuſtänden und Erſcheinungen, z. B. von einem Schwanken und ſtarken Sinken des Barometerſtandes, von plötzlich eintretenden heftigen Windſtrömungen oder umgekehrt von Windſtillen, von ſtarken Gewittern u. ſ. w., ſo haben doch vielſeitige und genaue Unterſuchungen bis jetzt gelehrt, daß alle dieſe atmoſphäriſchen Erſcheinungen und namentlich auch die Veränderungen des Barometers in keiner geſetzmäßigen Beziehung zu plötzlich eintretenden Erdbeben ſtanden und mehr zufällig waren. §. 103.

Indeſſen theilt doch Humboldt im Kosmos (I. S. 443) mit, daß man in Südamerika und auf den Antillen ſehr allgemein der Anſicht ſei, daß der Eintritt der Regenzeit nach langer Dürre und des Wechſels der Mouſſons Erdbeben bringe. — Ebenſo theilt Jul. Schmidt (Studien über Erdbeben 1875) auf Grund 15 jähriger Beobachtungen von 676 Erdbeben in Griechenland mit, daß die Erdbeben bei einem Luftdrucke unter 335‴ häufiger ſind als bei höheren Barometerſtänden, und daß ihre Häufigkeit bei geringem Luftdrucke raſcher zunimmt als die Abnahme derſelben bei ſtärkerem Luftdrucke über 335‴. — Endlich theilt derſelbe Gewährsmann (a. a. O. S. 31) über die Erdbeben in Griechenland mit, „daß die Hauptmaxima der Gewitter und Erdbeben nahe zuſammenfallen (nemlich in der Mitte des Septembers), während im Uebrigen jede weitere Uebereinſtimmung fehlt.“ — Endlich lehrt auch die Erfahrung, daß nicht ſelten heftige Stürme einem Erdbeben vorausgehen. Dieſes war z. B. der Fall bei dem Erdbeben in Innsbruck am 8. Juli 1872, welches von einem heftigen Sirocco eingeführt wurde. Ebenſo ſollen auf den weſtindiſchen Inſeln die Cyklone ſehr häufig ſtarke Erdbeben in ihrem Gefolge haben, wie z. B. auf Barbados am 10. October 1870. Dieſes Einwirken von atmoſphäriſchen Stürmen auf Erſchütterungen der Erdrinde veranlaßte E. Kluge zu dem Ausſpruche, daß bei Stürmen, wie die Cyklone ſind, auf dem Feſtlande ſich eine untererdiſche Fluthwelle

§. 103. bilde, die wohl geeignet ſein könne, eine Erderſchütterung nach ſich zu ziehen; daß mit anderen Worten die Waſſerfluthwelle, die unter dem Centrum der Cyklone herläuft, ſich auf dem Feſtlande in eine untererdiſche Fluthwelle verwandelt, die nach oben drückt, während der Widerſtand des Feſtlandes um dieſen Druck vermindert wird.

Anders iſt es mit der Abhängigkeit der Erdbeben von Tages- und Jahreszeiten; denn wenn man bis jetzt auch Erdbeben in allen dieſen Zeitabſchnitten beobachtet hat, ſo lehrt doch auch die Erfahrung, welche v. Hoff, P. Merian, Perrey und nach dieſen Gewährsmännern Kluge („Ueber die Urſachen der in den Jahren 1850 bis 1857 ſtattgefundenen Erderſchütterungen" im neuen Jahrb. für Mineralogie 1861) und J. Schmidt geſammelt haben, daß

a. unter den an den verſchiedenen Tageszeiten aufgetretenen Erdbeben fallen:

α. nach Kluge (S. 26 u. ff.) von den 1850 bis 1857 ſtattgefundenen Erdbeben

1) in der nördlichen Halbkugel:

auf die Zeit von	Morgens	12 — 6	Uhr	797 Erdbeben,
„ „ „ „	„	6 — 12	„	494 „
„ „ „ „	Abends	12 — 6	„	493 „
„ „ „ „	„	6 — 12	„	780 „

mithin 1592 Erdbeben bei Nacht
und 988 „ „ Tage,
alſo 604 Erdbeben mehr bei Nacht als bei Tage;

2) in der ſüdlichen Halbkugel:

auf die Zeit von	Morgens	12 — 6	Uhr	182 Erdbeben,
„ „ „ „	„	6 — 12	„	162 „
„ „ „ „	Abends	12 — 6	„	130 „
„ „ „ „	„	6 — 12	„	166 „

mithin 357 Erdbeben bei Nacht
und 292 „ „ Tage,
alſo 65 Erdbeben mehr bei Nacht als bei Tage.

β. Nach Schmidt (S. 22 a. a. O.) von den in den Jahren 1774 bis 1873 in Griechenland und dem Orient vorgekommenen Erdbeben:

auf die Zeit von		6 — 12	Uhr Abends	576 Erdbeben,
„ „ „ „		12 — 6	„ „	628 „

alſo 1204 von Abends 6 Uhr bis Morgens 6 Uhr,
dann 885 „ Morgens 6 „ „ Abends 6 „

ſo daß alſo das Maximum der Erdbeben-Häufigkeit auf $2^1/_2$ (14,5) Uhr Morgens, das Minimum aber auf $12^3/_4$ (0,7) Uhr Mittags fällt;

b. unter den in verſchiedenen Monaten vorgekommenen Erdbeben fallen:

a. nach Kluge von den von 1850 bis 1857 vorgekommenen Erdbeben: §. 103.

im	auf der nördlichen Halbkugel	auf der südlichen Halbkugel
Januar	153	75
Februar	162	43
März	143	61
April	161	66
Mai	126	46
Juni	124	42
Juli	141	53
August	156	39
September	154	54
October	171	55
November	151	57
December	168	46

β. nach Schmidt von den von 1200 bis 1873 vorgekommenen Erdbeben in Griechenland und der europäischen und asiatischen Türkei:

im Januar	194
„ Februar	229
„ März	256
„ April	174
„ Mai	144
„ Juni	111
„ Juli	94
„ August	213
„ September	207
„ October	270
„ November	155
„ December	141

γ. nach Perrey von den seit 306 bis 1844 vorgekommenen Erdbeben:

im Januar	336	Erdbeben
„ Februar	275	„
„ März	265	„
„ April	235	„
„ Mai	210	„
„ Juni	201	„
„ Juli	216	„
„ August	236	„
„ September	221	„
„ October	252	„
„ November	232	„
„ December	300	„

δ. unter den in verschiedenen Jahreszeiten aufgetretenen Erdbeben fallen:

§. 103. α. nach Kluge (a. a. O. S. 26 u. ff.) von den 1850 bis 1857 ſtattgefundenen Erdbeben:

1) in der nördlichen Halbkugel:

auf den Frühling (März, April, Mai)	781
„ „ Sommer	1053
„ „ Herbſt	1020
„ „ Winter	964
alſo auf das Sommerhalbjahr	1834
auf das Winterhalbjahr	1984

mithin 150 mehr als im Sommer;

2) in der ſüdlichen Halbkugel:

auf den Frühling	214
„ „ Sommer	200
„ „ Herbſt	220
„ „ Winter	168
alſo auf das Sommerhalbjahr	414
auf das Winterhalbjahr	388

alſo 26 im Sommer mehr als im Winter.

β. nach J. Schmidt (a. a. O. S. 20) von den in der Zeit von 1200 bis 1873 in Griechenland und der europäiſchen wie aſiatiſchen Türkei vorgekommenen Erdbeben:

auf den Winter (Dec., Jan., Febr.)	564
„ „ Frühling (März, April, Mai)	574
„ „ Sommer (Juni, Juli, Auguſt)	418
„ „ Herbſt (Sept., Octbr., Novbr.)	632

Werden indeſſen alle Erdbeben ſeit den älteſten Zeiten in Betracht gezogen, ſo findet man

für den Winter	5891
„ „ Frühling	5745
„ „ Sommer	4990
„ „ Herbſt	5523

γ. nach Perrey von den in der Zeit von 306 bis 1844 in Europa und den anliegenden Theilen von Afrika und Aſien vorgekommenen Erdbeben:

auf den Winter	876
„ „ Frühling	646
„ „ Sommer	673
„ „ Herbſt	705
alſo für Winter und Herbſt (Winterhalbjahr)	1581
für Frühling u. Sommer (Sommerhalbjahr)	1319

wonach das Maximum der Erdbeben auf die kälteſte und das Minimum auf die wärmſte Jahreszeit fällt.

Aus allem eben Mitgetheilten erſieht man alſo, daß im Allgemeinen wenigſtens in Europa und den angrenzenden Gebieten von Aſien und Afrika weit mehr Erdbeben in der Nacht als am Tage, weit mehr Erdbeben in dem Winterhalbjahre als im Sommerhalbjahre, weit mehr Erdbeben in den 3 Wintermonaten als in den 3 Herbſtmonaten, aber

in dieſen letzteren noch mehr als in den 3 Monaten Mai, Juni und Juli

bemerkt worden ſind; aber ebenſo wird man auch aus der vorſtehenden Ueberſicht bemerken, daß, während in der kalten Zone die Erdbeben nach dem Winterhalbjahre hin, in der heißen Zone aber nach dem Sommerhalbjahre hin zunehmen und überhaupt in dieſem letzteren herrſchend werden. So, um nur für den letzten Ausſpruch einen Beleg anzuführen, traten 1869

267 Erdbeben auf, von denen
128 auf die heiße und
139 auf die kalte Zone und zwar
139 auf die warme,
129 auf die kalte Jahreszeit fielen.

Von den letztgenannten 129 Beben kommen
32 auf die heiße und
97 auf die gemäßigte Zone,

während umgekehrt von den 139 Beben der Sommerzeit
101 auf die heiße und
38 auf die kalte Zone

kommen.

Fortſetzung. — Abhängigkeit der Erderſchütterungen von Sonne und Mond. — Jul. Schmidt (Studien über Erdbeben S. 1 — 18), welcher, wie ſchon erwähnt, die zwiſchen den Jahren 1776 und 1873 in Griechenland und den angrenzenden Ländern vorgekommenen Erdbeben einer gewiſſenhaften und ſorgfältigen Unterſuchung unterworfen hat, giebt als Reſultat dieſer Unterſuchung an, §. 104.

a. daß in der Erdnähe des Mondes die Erdbeben häufiger ſeien als in der Erdferne, und

b. daß ſtattfindet:

1) ein Maximum der Erdbeben um die Zeit des Neumondes,
2) ein anderes Maximum 2 Tage nach dem erſten Viertel,
3) eine Abnahme der Häufigkeit um die Zeit des Vollmondes,
4) die geringſte Häufigkeit am Tage des letzten Viertels.

Dieſe letzteren Angaben waren die allgemeinen Reſultate, welche J. Schmidt aus der Beobachtung von 131 deutlich hervortretenden und in der Periode von 1842 bis 1873 vorgekommenen Erdbeben erhielt. — Indeſſen ſchon früher machte A. Perrey darauf aufmerkſam, daß Erdbeben häufiger zur Zeit der Syzygien, als zu der der Quadraturen, häufiger beim Perigaeum als beim Apogaeum des Mondes und an jedem Orte häufiger ſeien, wenn der Mond im Meridiane ſteht. Und ebenſo behauptete Palmieri, der ſorgfältige Beobachter des Veſuvs, daß die Ausbrüche des letzteren gegen den Vollmond hin an Heftigkeit zunehmen. Alle dieſe Beobachtungen und zahlreiche eigene Unterſuchungen benutzte in der neueſten Zeit R. Falb, um darzuthun, daß die Erdbeben nur eine Fluthbewegung des feurigflüſſigen Erdkernes und in dem Beſtreben dieſes letzteren, der Anziehung der Sonne und des Mondes zu folgen, zu ſuchen ſeien. Dieſe Theorie Falb's umfaßt demnach folgende Punkte:

§. 104. 1) Die größere Stärke der Fluthen des Erdinnern fällt auf die Zeit zwiſchen Voll- und Neumond (d. h. auf das letzte Viertel und den Neumond), weil ſich vom Vollmond ab die beiden von Sonne und Mond erzeugten Fluthwellen bis zum Neumonde einander nähern und hierdurch kräftigen;

2) die Zeit kurz vor der größten Annäherung des Mondes an die Erde (Perigaeum) iſt alſo zugleich eine Kräftigung dieſer Fluthwellen;

3) aber es kann auch eine ſolche Annäherung eintreten, wenn bei Neumond der ſcheinbare Abſtand des Mondes von der Sonne am geringſten iſt, weil dann die beiden Wellenberge vollſtändig zuſammenfallen, während dieſes bei anderen Neumond-Eintritten nur theilweiſe geſchieht; ein ſolcher Fall tritt bei totalen Sonnenfinſterniſſen ein, wo jener Abſtand $= 0$ iſt;

4) dieſe Kräftigung endlich geht auch vor ſich, je näher ſich die beiden Geſtirne dem Zenithe einer Zone befinden, in welcher die untererdiſchen Räume die Wellenbildung am meiſten begünſtigen, was nach den Lehren der Mechanik am Aequator der Fall iſt.

„Aus allem folgt nun, daß die Fluthwelle des Erdinnern am ſtärkſten ſein muß, wenn alle die eben genannten Punkte bei einer totalen Sonnenfinſterniß in den Aequatorialgegenden zuſammentreffen. In Folge davon muß nun aber auch die verſtärkte Fluthwelle heftiger gegen die ſchon erſtarrte Erdrinde reagiren als die gewöhnliche; ſie muß, da ſie ſich von Oſten nach Weſten mit der Erde bewegt, auch eine in dieſer Richtung wellenförmig fortſchreitende Bewegung erhalten. Die Geſchwindigkeit dieſer Wellen muß im Allgemeinen jener der von Sonne und Mond beeinflußten Meeresfluth gleich ſein und wird nur durch locale Bodenverhältniſſe abgeändert werden können. Dieſe wellenförmigen Bewegungen müſſen ferner am häufigſten und ſtärkſten in den tropiſchen Ländern ſtattfinden, weil hier, wo der Mond im Zenith, folglich in ſeiner höchſten Anziehungskraft, ſteht, auch die Gipfel der Fluthwelle ankommen werden. Außertropiſche Gegenden können folglich dieſer Kraft vorzugsweiſe nur um die Zeit der höchſten Fluthen, alſo im Perigaeum, d. i. in der Zeit des letzten Viertels und des Neumondes theilhaftig werden, weshalb ſie auch um dieſe Zeiten am meiſten erſchüttert werden müſſen.“

Für dieſe Falb'ſche Theorie ſprechen unter zahlreichen Thatſachen namentlich auch die von Ferdinand Dieffenbach in ſeinem inhaltreichen, mit großer Sorgfalt ausgearbeiteten Werke („Plutonismus und Vulcanismus in der Periode von 1868 — 72 und ihre Beziehungen zu den Erdbeben im Rheingebiet“; Darmſtadt 1873) angegebenen Belege über die Erdbeben des Odenwaldgebietes. Im Jahre 1869 hatte man daſelbſt 56 Erdbeben mit 294 heftigeren Stößen und Erſchütterungen. Von dieſen kommen 185 Stöße auf die Periode vom letzten Viertel bis zum Neumond und von da bis zum Vollmond, dagegen nur 109 auf die Periode vom Vollmond bis zum Neumond. Im Jahre 1870 fielen von 45 Erdbebentagen und 54 Erdſtößen 33 Stöße auf die Zeit vom letzten Viertel bis zum Neumond und 21 auf die Zeit vom Vollmond bis zum Neumond; im Jahre 1871 endlich fielen von 28 Erdbebentagen mit

31 Erdſtößen auf die erſte Mondperiode 13 Erdbebentage mit 19 Stößen, auf die zweite Mondperiode aber 15 Tage mit 12 Stößen. Ueberhaupt begannen die heſſiſchen Erdbeben mit dem heftigen Erdſtoße am 13. Januar 1869, alſo zur Zeit des Neumondes. §. 104.

Indeſſen nicht bloß dieſe Thatſachen ſprechen für die Annahmen Falb's, ſondern auch die in gleicher Mondperiode an verſchiedenen und weit von einander entfernten Erdgebieten gleichzeitig eintretenden Erdbeben und, — was ganz beſonders beachtenswerth erſcheint — vulcaniſchen Eruptionen und zwar von ſolchen Vulcanen, welche dem Erſchütterungsgebiete des betreffenden Erdbebens gar nicht angehören, ja häufig auf ganz entgegengeſetzten Punkten der Erde liegen.

So waren nach Dieffenbach die Groß-Gerauer Erdſtöße faſt jedesmal ſtärker und heftiger, wenn anderwärts, ſei es in den Tropenländern, in Griechenland, Kleinaſien oder im Kaukaſus, Erdbeben auftraten, oder wenn der Veſuv heftigere Fumarolen ausſtieß. „Keine einzige der größeren vulcaniſchen Perioden der letzten Jahre ging vorüber, an welcher nicht das Rheingebiet, welches wir gleich der Gegend von Karlsbad und Eger, dem böhmiſch-mähriſchen Gebirge bei Joſephsthal, Litſchau und Plan, den Umgebungen von Komorn und Schemnitz in Ungarn und der Gegend von Kronſtadt in Siebenbürgen zu den habituellen Stoßgebieten Mitteleuropa's zählen dürfen, theilgenommen hätte."

Nach Dieffenbach wurden die Erdbebenſtöße in Groß-Gerau um ſo heftiger, ſobald anderwärts heftige Erdſtöße ſtattfanden. Aus dieſem Grunde betrachtet Dieffenbach die rheiniſchen Beben nur als einen Reflex einer anderwärts in ihrer vollen Macht ſich äußernden vulcaniſchen Kraft.

Endlich ſpricht auch noch für die Falb'ſche Theorie die eben ſchon erwähnte von J. Schmidt auf ſorgfältige Beobachtungen geſtützte Angabe, daß in der Erdnähe des Mondes die Erdbeben viel häufiger ſind als in der Erdferne und das Maximum derſelben zur Zeit des Neumondes und erſten Viertels eintritt; ja auch noch die Thatſache, daß in der heißen Zone die meiſten Erdbeben während oder nach der Regenzeit eintreten, da zu dieſer Zeit gerade das Element in großer Menge im Erdkörper vorhanden iſt, auf welches der Mond bekanntlich die größte Anziehung ausübt.

Wenn nun aber auch alle die eben aufgezählten Thatſachen für die Falb'ſche Theorie ſprechen, ſo entſteht doch noch immer die Frage: Wie läßt es ſich erklären, daß einerſeits ſehr oft ſchon heftige und ausgedehnte Erdbeben zur Zeit der Mondferne aufgetreten ſind, und andererſeits in der heißen Zone gerade zu der Zeit der Mondnähe kein Erdbeben auftrat, obgleich daſſelbe nach der Berechnung hätte eintreten müſſen? — Eben dieſe, nicht ſelten auftretenden, ſcheinbaren Ausnahmen veranlaſſen daher zu dem Ausſpruche, daß wohl die Anziehungskraft des Mondes nur dann Erderſchütterungen hervorzurufen vermag, wenn ſchon in der Erde ſelbſt alle Bedingungen zu ſolchen Erſchütterungen (z. B. viel Waſſerdampf) gegeben ſind; und daß ſich wohl überhaupt die Anziehungskraft des Mondes

vorhandenen Mineralmassen, sondern nur
vorhandenen Mengen des Wassers und

— **Abhängigkeit der Erdbeben von dem Vulca-**
Schon bei der Beschreibung der vulcanischen Erup-
worden, daß sehr gewöhnlich einer solchen Eruption mehr
starke Erderschütterungen vorausgehen, welche an Stärke so
zunehmen, als noch die Lavamassen sich keinen Durchbruch verschafft
haben. Ebenso haben nach dem vorigen Paragraph Dieffenbach,
Perrey, Fald u. A. nachgewiesen, daß Erdbeben und vulcanische
Eruptionen in einem gewissen Zusammenhange oder, noch besser, in einer
gewissen Abhängigkeit von einander stehen müssen, indem kurz vor oder nach
oder auch während eines Erdbebens zugleich auch ein vulcanischer Aus-
bruch in irgend einem anderen, häufig sehr entfernten, Gebiete der Erd-
oberfläche stattfindet. Endlich ist es auch bekannt, daß einerseits ein vul-
canischer Ausbruch eine von Erdbeben heimgesuchte Gegend von diesen
letzteren befreit, wie umgekehrt in einem Vulcanengebiete am häufigsten
dann Erderschütterungen eintreten, wenn die Vulcane dieses Gebietes lange
Zeit hindurch nicht getobt haben, — und andererseits nicht selten rauchende
oder Rosetten ausstoßende Vulcane zu exhaliren aufhören oder auch ihre
Rauchsäule sich rückwärts in den Kraterschlund zurückzieht, sobald ein Erd-
beben in ihrer näheren oder entfernteren Umgebung eintritt. — Alle diese
Thatsachen deuten darauf hin, daß Erdbeben und Vulcaneruptionen in
Wechselwirkung zu einander stehen und zwar nicht in der Weise, daß eins
das andere erzeugt, sondern daß diejenigen Potenzen oder Agen-
tien, welche vulcanische Eruptionen erzeugen, auch die-
selben sind, welche unter bestimmten Verhältnissen auch
Erdbeben hervorbringen.

Im Vorigen sind Sonne und Mond als die Erzeuger der Erdbeben
und auch der Vulcaneruptionen angenommen worden. Es bedarf indessen
dieser beiden Weltenkörper gar nicht, um diese gewaltigen Naturphänomene
hervorzurufen. Vielmehr sind die erzeugenden Potenzen derselben im
Innern des Erdkörpers selbst zu suchen. Wasserdämpfe und Gase,
welche sich im vulcanischen Laboratorium unaufhörlich ent-
wickeln einerseits und die in Erstarrung begriffenen vul-
canischen Schmelzmassen andererseits, — diese beiden
Agentien sind die Erzeuger aller vulcanischen Erdbeben.

1) Wie schon bei der Beschreibung der vulcanischen Eruptionen erwähnt
worden ist, so bilden sich in dem vulcanischen Laboratorium einer-
seits aus den daselbst im feurigen Schmelze befindlichen Mineral-
substanzen unaufhörlich Gase und andererseits aus dem, von Außen
her durch Spalten eindringenden, Wasser, mag dasselbe nun aus
dem Meere, aus Binnenlandsgewässern oder aus der Atmosphäre
kommen, — große Mengen von Dämpfen. Unter dem Einflusse
der im vulcanischen Laboratorium vorhandenen Schmelzmassen und
hohen Hitzegrade nun werden diese Gase und Dämpfe in die höchste
Spannung versetzt, der zufolge sie sich nun möglichst auszudehnen

und einen Ausdehnungsraum und Ausweg zu erbrechen ſtreben. §. 105.
Dieſen Ausweg können ſie nun erhalten dadurch,

2) daß ſie die den vulcaniſchen Krater verſtopfenden Steinſchmelze ſo lange nach Oben ſtoßen und preſſen, bis dieſe durch den ſchon vorhandenen oder erſt neu erbrochenen Krater abfließen;

3) daß ſie ſich ſeitwärts von dem vulcaniſchen Heerde Abzugskanäle erbrechen und nun durch dieſe oft weit entfernt von ihrem vulcaniſchen Bildungsſitze entweichen;

4) daß ſie ſich ſeitwärts ziehende Abzugskanäle erbrechen, welche aber horizontal durch die Erdrinde ziehen und ihnen nirgends einen Ausweg nach Oben geſtatten, ſo daß ſie nun bei ſtarker Anhäufung und Spannung genöthigt ſind, ſich durch heftiges Stoßen und Rütteln weiter ziehende und überhaupt ſo lange Abzugskanäle zu erbrechen, bis ſich ihre Maſſe nach allen Richtungen hin vertheilt und dadurch auch an ihrer Spannkraft verloren hat oder auch bis ihre Maſſe dadurch, daß ſie mit kalten Waſſeranſammlungen oder fortwährend mit kalten Geſteinsablagerungen im Innern der Erdrinde in Berührung gekommen iſt, ſich ſelbſt ſo ſtark abkühlt, daß ſie ſich zu Waſſer verdichtet und dadurch ihre Spannkraft vollſtändig verliert.

Dieſe drei Arten von Abzugskanälen bedingen das ganze Wirthſchaften der in einem vulcaniſchen Laboratorium entſtehenden Dämpfe.

1) Können die in einem vulcaniſchen Laboratorium entſtehenden Dämpfe durch eine ſchon vorhandene Oeffnung (Krater) entweichen, dann verurſachen ſie keine Erderſchütterungen; werden ſie aber an ihrer Entweichung aus dem Krater in Folge von Verſtopfung deſſelben durch ſchon erhärtete oder auch noch flüſſige Steinmaſſen verhindert, dann ſtoßen und zwängen ſie die ſie an ihrer Entweichung hindernden Steinmaſſen mit Gewalt ſo lange in die Höhe, bis ſie ſich einen Schlot durchbrochen haben. In dieſem Falle alſo *geht eine Erderſchütterung der vulcaniſchen Eruption voraus und endigt mit dem Ausfluſſe der Lava.*

2) Können dagegen die in einem vulcaniſchen Laboratorium ſich entwickelnden Gaſe und Dämpfe nicht aus einem ſolchen Krater entweichen, — ſei es nun, daß derſelbe durch früher in die Höhe getriebene Schmelzmaſſen ſo ſtark und feſt verſtopft worden, daß ihn die in die Höhe drängenden Dämpfe nicht wieder öffnen können, ſei es auch, daß noch gar kein Eruptionskanal und Krater vorhanden iſt, — ſo drängen ſie ſich nach allen Richtungen hin theils in die, durch die vulcaniſche Hitze entſtandenen, Spalten theils in die Abſonderungs- und Schichtungsklüfte der, ein vulcaniſches Laboratorium umſchließenden, Erdrindemaſſen. Haben ſie nun dieſe Klüfte ganz ſo erfüllt, daß ſie in ihnen auf das Stärkſte zuſammengepreßt werden, dann ſtoßen und drängen ſie mit der größten Gewalt gegen die Wände ihres Gefängniſſes, bis ſie ſich neue Fluchträume geſchaffen haben. Sind nun dieſe groß genug, um ihre Maſſe vollſtändig, und ohne ſie ſtark zuſammenzupreſſen, aufnehmen zu können, dann verhalten ſie ſich ſo lange ruhig, bis ihre Menge durch neu hinzu-

§. 105. drängende Dämpfe wieder allzu stark zusammengepreßt wird. In diesem Falle geht dann ihr Toben, Stoßen und Zwängen wieder an und dauert wieder so lange, bis sie sich neue, hinlänglich große Fluchträume geschaffen haben. Während dieses Hin- und Herdrängens werden nun die Dämpfe die Erdrinde überall da, wo sie sich erst einen neuen Kanal erbrechen müssen, in eine zuerst stoßende und dann beim Weiterdrängen der Dämpfe wellenförmig auf- und abschwingende Bewegung versetzen. Da, wo die vorhandene Menge noch in voller Spannung ist, wird dieses Stoßen am stärksten vor sich gehen; in dem Grade aber, wie die Länge und Größe der erbrochenen Kanäle für eine und dieselbe Menge von Dämpfen an Umfang gewinnt, wird die Spann- und Stoßkraft der letzteren schwächer, bis sie zuletzt bei den immer weiter ziehenden und sich vertheilenden Dämpfen gleich Null wird, wenn ihre Masse nicht durch unaufhörlich nachdrängende Dämpfe in Spannung erhalten wird. Wie nun in diesem Falle durch Größerwerden der Dampfkanäle oder auch durch mächtige Spalten in der Erdrinde die Spann- und Erschütterungskraft abgeschwächt und ganz aufgehoben werden kann, so kann dieses auch dadurch herbeigeführt werden, daß die Dämpfe und Gase in untererdische Ansammlungen von kaltem Wasser oder in Höhlungen mit kalten Gesteinswänden eintreten, durch deren niedere Temperatur sie sich zu tropfbaren Flüssigkeiten oder selbst zu starren Mineralmassen (z. B. zu Quarz) verdichten. Endlich aber kann ihrem Drängen auch dadurch ein Einhalt gethan werden, daß, wie ja auch oben schon bemerkt worden ist, über ihrer Bildungsstelle endlich ein alter vulcanischer Krater wieder geöffnet wird, welcher ihnen sammt den Steinschmelzen einen Abzug gewährt.

Zusätze:

1) Viele Erscheinungen bei Erdbeben lassen sich durch das eben beschriebene Verhalten untererdischer Dämpfe erklären. Das Aufwärtsstoßen und dann horizontal wellenförmige Vorwärtsschreiten der Erschütterungen; das bald lineare bald strahlig kreisförmige Verlaufen der Erdbeben; die abwechselnde Stärke der Erschütterungen; das momentane Aufhören und dann plötzliche Wiederkehren von Erdstößen; ja auch das plötzliche Emporbringen von Wasser aus Löchern und Spalten der Erdoberfläche, sowie umgekehrt auch das momentane oder dauernde Versiechen von Gewässern der Erde, — alle diese Erscheinungen deuten auf die oben angegebene Entstehungsweise der Erdbeben durch heiße Dämpfe und Gase, welche sich in der höchsten Spannung befinden und in Folge davon größere Ausdehnungsräume erbrechen, hin.

2) Die wechselseitige Aufeinanderwirkung von Erdbeben und Vulcaneruptionen nun tritt, wie oben auch schon erwähnt, hauptsächlich dadurch hervor, daß Erdbeben in einem Vulcanengebiete am meisten und stärksten dann auftreten, wenn die daselbst befindlichen Vulcane durch lange Zeiträume nicht getobt haben. Dieses Verhältniß ist selbst für diejenigen Erdbeben noch gültig, welche in, weit von irgend einem Vulcane entfernten, Erdgegenden auftreten, wie die genauen Beobachtungen Dieffenbach's und anderer sorgfältiger Forscher beweisen. Nach dem erst genannten Gewährsmanne „ging keine einzige

der größeren vulcaniſchen Perioden der letzten Jahre vorüber, an welcher das Rheingebiet nicht theilgenommen hätte," wie auch die folgenden Angaben beſtätigen: §. 105.

Im Jahre 1869 war Erdbeben:

am 10. Januar zu Katſchar; am 13. und 20. Januar in Darmſtadt, vom 1. September bis 5. October in Chile, Südperu, Algerien, Griechenland und Italien, dann am 1. October Ausbruch des Puracé in Neugranada und vom 1. bis 5. October Erdbeben in Manila auf den Philippinen und endlich am 2. October in Bonn;

am 29. October in Krain, am 30. und 31. October, ſowie am 1. und 2. November, am 15., 16. und 17. November in Großgerau und zugleich in Algerien und am 26. November Ausbruch des Aetna und zugleich des Colima in Mexico;

am 28. November Erdbeben in Calabrien und in Großgerau und zugleich Ausbruch des Veſuvs;

am 13. December in Oberitalien; am 14. December im badiſchen Oberlande und am 15. December Ausbruch des Stromboli;

am 26. December in Tiflis, Californien, Sta Maura und in Großgerau.

Im Jahre 1870 war Erdbeben:

am 21. und 22. Februar zu Rhodus, Amphyſſa u. a. O. in Griechenland, Großgerau und zugleich Ausbruch des Ceporuco;

am 27. Februar bis 26. März zu Großgerau, in Iſtrien und im Kaukaſus und zugleich Ausbruch des Ceporuco, dann des Santorins und auch des Veſuvs;

vom 12. Mai bis 14. Juni zu Großgerau, in Iſtrien, Japan und Mexico und am 11. Mai zugleich neuer Ausbruch des Ceporuço und am 22. Mai des Tangarino;

am 10. October in Großgerau und auch in Calabrien.

Wie nun die eben angegebenen Beiſpiele zeigen, daß einerſeits die Erdbeben in einem gewiſſen Connexe mit vulcaniſchen Eruptionen ſtehen, auch wenn ſie entfernt von den letzteren auftreten, und demnach durch ein und daſſelbe Agens hervorgerufen werden müſſen, — und andererſeits durch daſſelbe Agens in gleichen Zeitperioden an ganz verſchiedenen, oft weit von einander gelegenen, Erdgebieten hervortreten, ſo lehren ſie auch, daß dieſes Agens in ſo tiefen Regionen der Erdrinde gelegen ſein muß, daß es gleichzeitig nach allen Richtungen der Erdoberfläche hin, — gewiſſermaßen in Strahlen wirken kann.

Indeſſen iſt es auch nicht unwahrſcheinlich, daß der Erſtarrungsproceß von feuerflüſſigen Maſſen in der unterſten Region der Erdrinde einen Einfluß auf die mit denſelben in Berührung ſtehenden ſchon erſtarrten Maſſen dieſer Rinde aus-

übt, in Folge dessen dieselbe in eine schwankende Bewegung versetzt wird. — Nach R. Bunsen nemlich übt der Druck der starren Erdrinde auf das feuerflüssige Innere einen Einfluß auf dieses letztere aus, welcher die feuerflüssige Materie ebenso zur Erstarrung zwingt, als die Abkühlung. Die hierdurch in den festen Aggregatzustand übergehenden Massen üben nun auch ihrerseits einen Druck aus, nemlich einen nach Außen und einen nach Innen. Ihr Druck nach Außen muß Hebungen und Senkungen der Erdoberfläche, Bildung neuer Vulcane und Inseln, kurz Erderschütterungen hervorrufen; ihr Druck nach Innen aber muß die übriggebliebene flüssige Masse gewaltsam zusammenpressen, in Folge dessen die letztere, sobald sie dem auf ihr lastenden Drucke nicht mehr widerstehen kann, seitwärts ausweichen und einen Entweichungskanal suchen muß. In diesem Falle nun treibt sie ihre Theile in jene Schlöte, welche mit den feurigflüssigen Erdmassen in Verbindung stehen und erzeugt hierdurch einen vulcanischen Ausbruch. — „Nach dieser Theorie wäre also die plutonische Kraft der Erdbeben keine andere als die Kraft, welche aus Druck und Gegendruck einer schon erstarrten und einer noch feuerflüssigen Masse hervorgeht und eben die letztere zwingt, plötzlich an die Decke der festen Erdrinde emporzuschnellen, wodurch die zu Felsmassen erstarrenden Bildungen nicht nur durch ihr heftiges Anprallen, sondern wahrscheinlich auch durch Zusammenstürzen und Zerklüften aller Art jene Erschütterungen mit rollendem Donner hervorzurufen." Die auf diese Weise hervorgerufenen Erschütterungen müssen nun natürlich da am meisten bemerkt werden, wo die Erdrinde am dünnsten ist.

Bemerkung: Paullet Scrope und Dieffenbach haben diese Theorie Bunsens weiter ausgeführt und namentlich zu beweisen gesucht, daß eine plötzlich unter hohem Drucke eintretende Krystallisation der feurigflüssigen Massen des Erdinnern die Erschütterung der Erdrinde hervorbringe, — etwa ähnlich wie Wasser in einer Bouteille durch heftigen Stoß plötzlich zu Eis erstarrt und die Bouteille zersprengt.

§. 106. **Fortsetzung. — Abhängigkeit der Erdbeben von untererdischen Zusammenstürzungen von Erdrindemassen.** — Bei der Beschreibung der Höhlen-, Erdfall- und Bergeinsturz-Bildungen (§. 41 g. u. f.) ist schon hinlänglich gezeigt worden, wie das aus der Atmosphäre in die Erdrinde eindringende Wasser theils durch eigene Kraft, theils durch Hülfe des Sauerstoffes, der Kohlensäure oder auch der Humussäuren auf das Mannichfaltigste die von ihm benetzten und durchzogenen Erdrindemassen theils mechanisch zertrümmert, schlämmt oder löst, theils chemisch so verändert, daß aus vorher festen, harten und unschlämmbaren Gesteinen mürbe, weiche und schlämmbare Massen werden. Wie nun das Atmosphärenwasser, so wirkt noch weit stärker das mit verschiedenen Salzen und Fäulnißstoffen wohl versorgte Meerwasser zersetzend, umwandelnd und zertrümmernd auf die Massen des Erdinnern da ein, wo es durch Spalten in das letztere gelangen kann. Diese allbekannte Einwirkung des Wassers auf die inneren Massen der Erdrinde haben Hecker, Volger, G. Bischof und Mohr benutzt, um darzuthun, daß die Erdbeben nur als eine Folge von untererdischen Erdrindeeinstürzen zu betrachten seien.

§. 106. Da das Wirthschaften des Wassers Jahr aus Jahr ein ununterbrochen in dem Innern der Erdrinde fortdauert, so müssen auch die von dem unaufhörlich nagenden Wasser angegriffenen Massen der letzteren fortwährend solche Veränderungen erleiden, daß wohl kein Tag im Jahre und keine Stunde am Tage vergeht, in welcher nicht an irgend einem Punkte in der Erdrinde Massen der letzteren zertrümmert, geschlämmt oder gelöst und in Folge davon entweder gleich oder nach längerer oder kürzerer Zeit Zusammenbrechungen und Verschiebungen von Erdrindemassen hervorgerufen werden. Das Alles kann man ja schon an der Oberfläche der Erdrinde, an welcher noch dazu das Wirthschaften des Wassers durch den zur raschen Verdunstung anregenden Sonnenstrahl geschwächt wird, bemerken; um wie vieles stärker und häufiger muß sich dieses Wirthschaften nun in den Spalten, Klüften und Höhlungen des Erdrindeinnern bemerkbar machen, wo kein Sonnenstrahl das Wasser von seinen Haft- und Nagestellen vertreibt, wo es ungehindert und noch dazu unterstützt von der Wärme des Erdinnern sein Werk beginnen und beenden kann, wo es mit Umwandlungsstoffen mancher Art versehen ist, welche es auf seinem Zuge durch die Erdrinde den von ihm benetzten Gesteinsmassen geraubt hat? Wenn man nun aber dieses Alles zugiebt, so wird man auch wohl zugeben, daß das Wasser um so stärker im Innern der Erdrinde zu nagen vermag, je ungehinderter und leichter es in dasselbe eindringen kann, je leichter die von ihm benetzten Erdrindemassen zersetzt, geschlämmt oder gelöst werden können und je größer die Mengen Wassers sind, welche in die Erdrinde einzudringen vermögen. Alles dieses aber findet da statt, wo Spalten von der Oberfläche der Erde in deren Inneres eindringen, wie z. B. am Fuße von Gebirgsketten oder anderen steil in die Höhe gehobenen Landesmassen der Fall ist, — wo ferner Erdrindemassen lagern, welche entweder selbst ein thoniges oder mergeliges Bindemittel oder doch mächtige Zwischenlagen von Thon oder Mergel besitzen oder wo Felsarten auftreten, welche sich im reinen oder Kohlensäure haltigen Wasser lösen lassen, — z. B. Steinsalz- und Gypslager, Kalkstein- und Mergelablagerungen oder selbst Silicatgesteine, deren Gemengtheile durch Kohlensäurewasser theils gelöst theils geschlämmt werden können; — wo endlich große Wassermassen vorhanden sind, — z. B. in Flußthälern oder am Strande des Meeres. — Sollte sich nun durch dieses Alles nicht erklären lassen, warum Erderschütterungen vorzüglich in den Landesgebieten am Fuße von Gebirgen auftreten und gewöhnlich parallel diesem Fuße fortziehen; ferner dem Laufe der Flüsse und des Meeresstrandes folgen; ferner am stärksten in Landesgebieten auftreten, welche aus Dolomit, Kalkstein, Gyps, Steinsalz, Mergel, Thon, Conglomeraten, Tuffen und Sandsteinen und überhaupt aus stark aufgerichteten und vielfach zerklüfteten Gebirgsarten bestehen; endlich vorzüglich in denjenigen Jahreszeiten zum Vorschein kommen, welche am wasserreichsten sind, wie dieses in dem Winterhalbjahre der Fall ist? Wie später bei der Betrachtung der Wirkungen von Erdbeben noch weiter gezeigt werden wird, so werden durch Erdbeben einerseits nicht selten große Massen von Wasser, Schlamm und Sand ausgeschleudert und andererseits Quellen, Bäche und Flüsse theils verstärkt, theils aber auch ver-

§. 106. schluckt, — sollten sich nun nicht alle diese Erscheinungen am einfachsten dadurch erklären lassen, daß durch Risse und Spalten das Wasser in eben erst entstandene untererdische Höhlen und Erdfälle sinkt, während umgekehrt das in der Erdrinde schon vorhandene Wasser durch entstehende Erdfälle und Zusammenstürze von Gesteinsablagerungen in die Höhe gequetscht wird? — Man wird entgegnen, daß solche durch den Einsturz von Hohlräumen, durch Erdfälle, durch Zusammenknickungen von untererdischen Erdrindemassen erzeugten Erderschütterungen doch immer nur locale Erscheinungen seien, welche sich nicht über weite Ländergebiete erstreckten. Abgesehen davon, daß der Ausdruck „local" immer nur ein sehr relativer ist, indem ja auch bei den ausgedehntesten Erdbeben die Erschütterungen von einem einzelnen Punkte oder Orte ausgehen und sich von demselben aus fortpflanzen, hängt die Stärke einer Erdoberflächen-Erschütterung zunächst von der Größe und Mächtigkeit der innerhalb der Erdrinde zusammenstürzenden Massen, sodann von der Stärke und Schnelligkeit, mit welcher diese Massen zusammenbrechen, weiter von der Erdrindentiefe, in welcher sie zusammenbrechen, und endlich von der Geschwindigkeit, in welcher die Erdrindemassen die empfangene Erschütterung auf- und seitwärts fortpflanzen, ab.

Zusätze:

1) Zu allem diesen darf noch gerechnet werden, daß wie die meisten Erdbeben ebenso auch, nach den vieljährigen Beobachtungen des Verfassers, die meisten Erdfälle, Höhleneinstürze und Bergeinknickungen während oder nach der nassen Jahreszeit vorkommen.
2) Die im Innern der Erdrinde eintretenden Zusammenstürze treten nicht immer an der Erdoberfläche hervor. Es können, wie auch schon bei der Beschreibung der Erdfälle S. 118 erwähnt worden ist, viele Jahre vergehen, ehe man eine Spur von denselben an der Erdoberfläche gewahr wird.
3) Wie schnell und weit sich eine Erschütterung auch von einem kleinen und nur augenblicklich erschütterten Orte fortpflanzen kann, davon ist Folgendes ein Beleg. Als im Jahre 1810 am 1. September mitten in der Stadt Eisenach zwei französische Pulverwagen explodirten, pflanzte sich die hierdurch entstehende Erschütterung in demselben Augenblicke an der Nordseite des Thüringerwaldes bis zu der $3\frac{1}{2}$ Meilen entfernten Stadt Gotha so stark fort, daß auf dem hochgelegenen Schlosse daselbst mehrere Schlöte einstürzten und die Fenster klirrten, während man auf der Südseite des Gebirges nichts von der Erschütterung spürte. Wenn man dieses bedenkt, so kann man doch auch annehmen, daß eine locale Erschütterung sich je nach der Stärke derselben oft weit und stark fortpflanzen kann.
4) Nach Mohr müssen in der Erdrinde überall da Hohlräume entstehen, wo mineralische Quellen vorhanden sind, welche Erdrindemassen auslaugen. Nach ihm entführen z. B. die Quellen von Wiesbaden dem Innern der Erde alljährlich etwa 6 Millionen Kilogramm fester Stoffe, die Quellen von Homburg etwa $\frac{1}{4}$ Million, die Nauheimer Soolquellen sogar an 100 Millionen Kubikfuß. „Wenn nun diese

Quellen schon seit der Römer Zeit dieses gethan haben, so würde § 106.
unter Nauheim allein seit dieser Zeit ein hohler Raum entstanden
sein, welcher etwa 20000 Millionen Kubikfuß oder mit anderen
Worten einen Würfel von 5849 Fuß Länge, Breite und Höhe um-
fassen würde. Dieser Hohlraum sei zwar mit salzgesättigtem Wasser
gefüllt. Dieses hindere aber nicht, daß in Folge von Auflockerung
mehr oder weniger große Erdrindemassen zeitweise herabstürzten und
so im Verhältnisse zu ihrer Mächtigkeit eine Erschütterung der Erde
hervorgerufen werde." —

Nach allem dem oben Mitgetheilten darf man wohl annehmen, daß gar manche Erdbeben, und namentlich diejenigen, welche in Landgebieten auftreten, die weit entfernt von allen noch thätigen und auch in der vorgeschichtlichen Zeit schon erloschenen Vulcanen liegen, wasserreich sind und aus vielfach dislocirten, durch Wasser stark veränderbaren, Erdrindemassen bestehen, in der eben angegebenen Weise durch untererdische Zusammen- oder Einstürzungen von Erdrindemassen erzeugt werden; daß aber auch die über viele Tausende von Meilen und über mehrere Erdtheile sich ausbreitenden Erdbeben, zumal wenn sie, wie Dieffenbach gezeigt hat, in gleicher Zeitperiode mit Vulcanenausbrüchen auftreten, nur durch solche Zertümmerungen von inneren Theilen der Erdrinde entstehen sollen, ist nicht gut denkbar.

Man thut daher wohl am besten, anzunehmen, daß es in Beziehung auf den Ort und die Art ihrer Entstehung zweierlei Erdbeben giebt, nemlich:

a. Erdbeben, welche den Sitz ihrer Entstehung in nicht zu tiefen Regionen der Erdrinde selbst haben und
   1) durch Zusammenstürzungen von inneren Massen der Erdrinde entstehen, oder auch wohl
   2) durch die anziehende Kraft des Mondes auf die Wassermassen der Erdrinde hervorgerufen werden.

   Diese Art von Erdbeben könnte man vielleicht hydrogene oder auch Erdrinde-Erschütterungen nennen;

b. Erdbeben, welche den Sitz ihrer Entstehung in einer unter der schon erstarrten Erdrinde vorhandenen, feuerflüssigen Zone von Dämpfen und Schmelzmassen, also im vulcanischem Laboratorium des Erdkörpers haben, und
   1) durch die in dem letzteren entstehenden Gase und Dämpfe, oder
   2) durch die daselbst in Erstarrung übergehenden und in Folge davon gegen die schon erstarrte Erdrinde drückenden Schmelzmassen hervorgebracht werden.

   Diese zweite Art von Erdbeben würde die pyrogenen, vulcanischen oder eigentlichen Erdbeben umfassen und dadurch charakterisirt sein, daß sie zu gleicher Zeit an verschiedenen, oft sehr entfernt von einander liegenden, Erdrindegebieten auftreten und gewöhnlich auch mit der Eruption irgend eines in dem erschütterten Erdrindegebiete liegenden Vulcanes verbunden sind. Wegen ihres

oft weit um sich greifenden und sogar entfernt von einander liegende Erdbeile umfassenden Erschütterungsgebietes kann man sie auch **universelle** nennen; alsdann würden freilich die Erdbeben der ersten Art mehr **locale** Erscheinungen sein.

c. Wirkungen der Erdbeben.

§. 102. **Wirkungen von vorherrschend localer Natur.** — Die Wirkungen, welche ein Erdbeben an der Oberfläche hervorbringt, zeigen sich verschieden je nach der Stärke, Schnelligkeit und Ausbreitungsart derselben. Schwache, plötzlich eintretende und rasch vorwärts ziehende Erderschütterungen bewirken nur ein leichtes Schwanken oder Erzittern des Bodens und der auf demselben stehenden Körper; an den Bäumen zittern die Zweige und Blätter, als wie vom Winde angeregt, und an den Häusern klirren die Fenster und knarrt das Holzwerk; bei stärkeren Erschütterungen ist die Bewegung des Bodens eine schütternde, welche auch die Stämme der Bäume in Bewegung setzt und in den Häusern ein Verschieben der Zimmergeräthschaften, ein Stillstehen der Wanduhren, ein Krachen des Gebälkes u. s. w. hervorruft; bei noch stärkeren, mit Stößen verbundenen, Erderschütterungen werden Sand, Pflastersteine und trockene Erde in die Höhe geschleudert, flachwurzelige Bäume umgestürzt, in den Häusern die Thüren aufgerissen, die Schlöte eingeworfen, die Wände zerspalten und alle beweglichen Geräthschaften umgeworfen; bei sehr heftigen und plötzlichen Erschütterungen endlich berstet der Boden auseinander, so daß schmälere und breitere, ja oft 6 bis 150 Fuß breite, flachere und bis 250 Fuß tiefe, gerade und parallel verlaufende, gekrümmte oder sich strahlig durchkreuzende Spalten entstehen, welche die über den gespaltenen Bodenstellen stehenden Bäume und Häuser verschlingen oder doch zerreißen, oft so mit Wasser gefüllt sind, daß dasselbe in gewaltigem Strome überfließt, nicht selten sich auch bei nachfolgenden Stößen wieder plötzlich schließen und dann die von ihnen verschlungenen Häuser sammt ihren Bewohnern zerquetschen, das in ihnen enthaltene Wasser aber in hochaufspritzendem Strome emporschleudern. Bei Zunahme der Heftigkeit solcher Erdbeben werden oft die beiden Seitenwandmassen der Spalten so verschoben, daß die eine derselben hoch in die Höhe tritt, während die andere, ihr gegenüber liegende Wandmasse entweder in ihrer alten Lage bleibt oder auch abwärts sinkt. Diese Verschiebung trägt sich dann auch auf die über der gespaltenen Bodenstelle befindlichen Gebäude über, so daß auf der einen Seite der, quer durch dieselben fortsetzenden, Spalte das Mauerwerk dieser Gebäude weit höher steht als auf der anderen. Dringt eine solche Spaltung und Verschiebung auch durch Felsmassen, so werden dieselben zertrümmert und nicht selten auch in eine höher emporragende und eine niedrige Hälfte zerspalten.

Nähere Angaben über die Erscheinungen bei den Spaltenbildungen der Erdbeben:

1) Bei dem furchtbaren Erdbeben während des Februar und März in Calabrien bildeten sich nach **Grimaldi** schon beim ersten Stoße eine große Zahl von Spalten, welche dann durch die nächsten Stöße

im März bedeutend verlängert, erweitert und vertieft wurden. Bei San Fili hatte ſich hierbei eine Spalte von $^1/_2$ Meile Länge, $2^1/_2$ Fuß Breite und 25 Fuß Tiefe, ferner eine ſolche im Diſtricte von Plaiſano von 105 Fuß Breite und faſt einer Meile Länge, endlich bei La Fortuna eine 30 Fuß breite und 225 Fuß tiefe Spalte gebildet. Der Kalkſteinberg Zefirio, an der Südſpitze Calabriens, war auf $^1/_2$ Meile Länge in zwei Hälften zerſpalten. In der Nähe von Oppido, dem Centralpunkte des ganzen Erdbebens, bei Cannamaria, Terranuova, St. Chriſtina und Sinopoli wurden viele Häuſer von den unter ihnen ſich öffnenden Spalten völlig verſchlungen und durch die gleich darauf folgende Zuſchließung der letzteren zu einer einzigen compacten Maſſe zuſammengequetſcht, wie die ſpätere Aufgrabung der Spalte lehrte. §. 107.

2) Wie oben angegeben worden iſt, ſo werden bei der Spaltenbildung oft große Mengen Waſſers in die Höhe getrieben und über die Erdoberfläche geſchüttet. Dieſe Erſcheinung, welche ſich auch durch ein Ueberſtrömen der Brunnen und Ciſternen offenbart, wird jedenfalls dadurch hervorgebracht, daß Erdrindemaſſen durch heftige ſeitliche Stöße in untererdiſche Waſſerhöhlen gequetſcht werden, ſo daß in Folge davon, — ähnlich wie durch einen Erdfall — das Waſſer aus ſeinen untererdiſchen Sammelorten heraus in Spalten und dann in dieſen in die Höhe getrieben wird. Während des heftigen Erdbebens, welches 1812 Caracas zerſtörte, öffneten ſich bei Valecillo und Porto-Cabello Spalten, aus welchen ungeheure Waſſermaſſen hervorquollen. Ebenſo öffneten ſich während des Erdbebens 1702 und 1703 in den Abruzzen bei der Stadt Aquila mehrere Schlünde, aus welchen Waſſer und Steine in ſolcher Menge ausgeworfen wurden, daß die umliegenden Felder nicht mehr beſtellt werden konnten.

3) Merkwürdig ſind die durch dieſe Waſſer-Ausſchleuderungen entſtehenden Sand- und Schlammkrater (Erdtrichter). J. Schmidt theilt in ſeinen Studien über Erdbeben S. 76 u. ff. über das Erdbeben von Achaja im December 1861 in Beziehung auf dieſe eigenthümlichen Gebilde mit: „Zahlloſe Spalten durchzogen die erſchütterte Landesfläche. Dieſe Spalten, welche 30—40 Schritte lang waren, zogen im Ganzen der Küſte parallel, waren ſehr verzweigt und durch Querriſſe mit den benachbarten Spalten verbunden, dabei theilweiſe ſo breit, daß man ſie weder zu Fuß noch zu Pferde überſchreiten konnte. Nie waren ſie mehr als 4 bis 5 Fuß tief und ſtets mit Erde, Sand oder Schlamm ausgefüllt. Von einem 2—3 Meter breiten Loche aus erſtreckten ſich ſtrahlenförmig gerade oder gewundene Spalten, die unter ſich wieder durch feine Querriſſe verbunden waren. Solche Spalten waren die Centra der Sandkegel und Sandkrater.“ Bei Kalamaki, wo dieſe Sandkegel nur klein, 1—5 Zoll breit und ſehr flach geformt waren, ſo daß die Neigung ihrer Seitenflächen kaum 20° betrug (Fig. 89), entſtanden ſie nach den Beobachtungen von J. Schmidt dadurch, daß in den Spalten

Luftblaſen (Schwefelwaſſerſtoff) in die Höhe drangen und dabei in dieſen Spalten befindlichen Sand und Schlamm mit ſich bis Mündung der Spalten in die Höhe riſſen. „An ihren Gip

Fig. 89.
Spalten und Sandkrater bei Kalamaki in Achaja
(nach Jul. Schmidt's Studien über Erdbeben).

platzten dann die von Luft erfüllten Schlammblaſen und ſo entſtanden zierliche flache Krater, deren mitunter 2 — 4 oder noch mehr durch einen Kanal verbunden waren.“ Bei Achaja dagegen, wo dieſe Sandkegel zu mehreren Hunderten vorhanden, und auch höher und umfangreicher waren, ſo daß der Durchmeſſer des Fußes vom größten derſelben 20 Meter, ſeine Kratermündung aber kaum 1 Meter maß, ſind ſie durch ſtarke Zuſammenpreſſung und Emporquetſchung des in den Spalten befindlichen Schlammes und Sandes hervorgerufen worden (Fig. 90).

Fig. 90.
Spalten und Sandkrater in Achaja
(gez. von J. Schmidt 1862 24. Januar).

4) Wie durch die Erdbebenſpalten Waſſer aus untererdiſchen Waſſerbaſſins zur Erdoberfläche emporgequetſcht wird, ſo erleiden auch ober erdiſche Quellen und andere Fließgewäſſer durch dieſelben mannich

ſache Veränderungen, ſei es nun, daß ihre ſchon vorhandene Waſſer- §. 107.
menge durch das emporgetriebene Waſſer vermehrt oder in ihrem chemiſchen Gehalte verändert wird, ſei es, daß ſie durch die auf der Sohle ihres Bettes entſtehenden Spalten momentan oder für immer verſchluckt werden, ſei es auch, daß durch die Schwankungen des Erdbebens überhaupt die Oberflächenbeſchaffenheit ihres Fließgebietes ſo verändert wird, daß die Fließwaſſer ihre Landesumgebungen überſchwemmen und ſich ein neues Flußbett ausnagen müſſen. — So verſiegten z. B. zur Zeit des Erdbebens von Liſſabon die heißen Quellen von Teplitz auf kurze Zeit gänzlich, brachen aber dann, durch Eiſenoxyd geröthet, mit ſo großer Heftigkeit und Waſſermenge wieder hervor, daß alle Badebaſſins und ſelbſt die Vorſtädte zum Theil überſchwemmt wurden. — Zur Zeit des großen Erdbebens in Nordamerika 1811 und 1812 ſchwoll einmal der Erdboden unterhalb Neu-Madrid ſo an, daß der Miſſiſſippi in ſeinem Laufe aufgehalten und vorübergehend aufgedämmt wurde (vgl. Lyell, Principles 7. Ed. pag. 444).

5) Wie die Fließgewäſſer, ſo werden auch die ſtehenden Gewäſſer ſelbſt durch, in fernen Ländgebieten auftretenden, Erdbeben in Erregung verſetzt, welche ſich entweder durch mehr oder minder ſtarkes Wellenwerfen am Waſſerſpiegel oder durch abwechſelndes Auf- und Abſteigen oder auch durch Zurückweichen ihres Waſſers vom Ufer und dann wieder durch heftiges Herandrängen deſſelben zum letzteren, ja auch durch Ueberfluthungen der Ufergelände offenbart. — So wurden durch das heftige Erdbeben in Liſſabon mehrere kleine Seen der Umgegend Eiſenachs, vor allen aber der Salzunger See in ſolche Aufregung verſetzt, daß ihr Waſſer nicht nur ſtarke Wellen ſchlug, ſondern ſich auch mit ſtarkem Schaume bedeckte; der See von Neuſchâtel überſtieg während dem ſeine Ufer, während der, in ſeiner Nähe befindliche Murtener See um 6 Fuß ſank.

Sehr heftige Landerſchütterungen pflanzen ſich von den Ufern aus auch mehr oder weniger weit in den Raum der Meere hinein fort und verurſachen nicht nur die heftigſten Schwankungen des Meeresſpiegels, ſondern auch plötzlich abwechſelnde Ueberfluthungen von Land und Inſeln und dann wieder raſches Zurückſinken ſeiner Waſſermaſſe, ſo daß oft mehr oder weniger weit vom Ufer der Meeresgrund bloßgelegt wird. — Aber es treten auch — und zwar oft fern von allen Ländern — heftige Erderſchütterungen auf dem Grunde des Oceanes ſelbſt auf und offenbaren ſich dann durch ſtarke, ſenkrecht in die Höhe dringende, Stöße, durch welche zwar auf offener See gewöhnlich die Oberfläche ſeiner Waſſermaſſe nicht weiter in Bewegung geſetzt, aber am Strande zuerſt ein plötzliches Zurückweichen und dann wieder ein ſtürmiſches Herandrängen und Steigen ſeiner Fluthen, — ähnlich wie bei einer ſtarken Ebbe und Fluth — hervorgerufen wird. Dieſe auf dem Grunde des Oceanes auftretenden und den letzteren oft auf ſehr weite Entfernungen hin durchdringenden Erſchütterungen hat man Meeresbeben genannt.

Beispiele:

1) Nach v. Hoff (Geschichte der Veränderungen u. s. w. Bd. II. S. 275) wurden während des Erdbebens von Lissabon zwei Schiffe, von denen sich das eine 120, das andere 262 Lieues westlich von Lissabon befand, heftig erschüttert. Als Valdivia am 7. November 1837 durch ein Erdbeben verwüstet wurde, erhielt das Schiff eines Wallfischfahrers unweit der Insel Chiloë so heftige Stöße, daß die Masten umgerissen wurden.

2) Am Abend nach der Zerstörung von Lima am 28. October 1746 erhob sich in der nahen Hafenstadt Callao das Meer 80 Fuß über seinen gewöhnlichen Stand, überfluthete und zerstörte die Stadt vollständig und verschlang fast die ganze Bevölkerung. Dabei wurden von den gerade im Hafen liegenden 23 Schiffen 19 untergesenkt und 4 von den Fluthen in die Höhe gehoben und fast 1 Stunde weit jenseits der Stadt auf das Land gesetzt.

3) Bei dem Erdbeben, welches am 20. Februar 1835 Chile verwüstete, wich das Meer nach dem ersten Erdbebenstoße vom Ufer so stark zurück, daß alle Untiefen sichtbar wurden, dann aber stürzte eine 20 Fuß hohe Woge desselben mit großer Gewalt zurück und schwemmte die Stadt Talcahuano fast vollständig weg. Ebenso zog sich bei dem Erdbeben von Pisco (1690) das Meer 2 Meilen weit vom Ufer zurück und kehrte erst nach 3 Stunden zurück. Und so hat man in den meisten Fällen beobachtet, daß bei den Meeresbeben die Fluth sich erst vom Ufer der anliegenden Landesgebiete mehr oder weniger weit (bisweilen mehrere Meilen weit) zurückzieht, dann aber mit großer Schnelligkeit und gewaltigen Wogen wieder zurückkehrt. Welches nun die Ursachen dieser eigenthümlichen Bewegung des erschütterten Meeres sind, darüber ist man noch nicht im Klaren. So hat z. B. nach Lyell's Principles pag. 476 Mallet die Ansicht, daß sich bei den Erschütterungen eines Theiles des Meeresgrundes stets zwei Wellensysteme entwickeln, von denen das eine in der festen Erdrinde des Meeresgrundes dem anderen in der Wassermasse vorauseilt, so daß die Meereswoge das Land erreicht, nachdem die eigentliche Erdbebenwelle schon durchgegangen ist. Dieser Ansicht gemäß würde also durch die im Grunde des Meerbodens dem Lande zueilende Welle zuerst die Uferzone des Meerbodens so gehoben, daß von ihr die Meeresfluth zurückwich und nun in einiger Entfernung vom Lande mit der, mittlerweile durch das zweite Wellensystem hervorgerufenen, Wasserbewegung sich mengte und dem Lande wieder zugetrieben wurde.

§. 108. **Nur scheinbar durch Erdbeben erzeugte Wirkungen von mehr allgemeiner, das Relief der Erdoberfläche verändernder, Natur.** — Es ist schon im vorigen Paragraph erwähnt worden, daß durch stark auftretende Erdbeben die von ihnen am stärksten erschütterten Orte der Erdoberfläche in mannichfacher Weise verändert und daß namentlich durch ihre Stöße und Wellenbewegungen hier mehr oder weniger breite Spalten und Zerreißungen oder Zusammenstürzungen, dort Einsenkungen oder im

Gegenſatze zu ihnen Hebungen der erſchütterten Landesgebiete hervorgebracht §. 108.
werden können. Alle die in dieſer Weiſe hervorgerufenen Veränderungen der Erdoberfläche, mögen es nun Senkungen oder Hebungen des erſchütterten Landesgebietes ſein, entſtehen gewöhnlich plötzlich gewiſſermaßen durch einen einzelnen Stoß, und durch ein und daſſelbe Erdbeben und werden deshalb instantane oder augenblickliche genannt. Manche unter ihnen haben einen dauernden Beſtand und werden auch nicht ſelten durch nachfolgende Erdbeben noch vergrößert, während andere derſelben vielleicht ſchon durch die nächſte heftige Erſchütterung wieder vernichtet werden können. Dieſen mehr localen und inſtantanen Wirkungen der Erdbeben gegenüber ſtehen Veränderungen der Erdoberfläche, welche ohne augenſcheinlich hervortretende Erderſchütterungen ſehr allmählich und langſam, aber ſcheinbar unaufhaltſam und durch viele Jahrhunderte (saecula) hindurch vor ſich gehen und ſäculare genannt werden. Dieſe ſäcularen Erdveränderungen äußern ſich einerſeits durch ruckweiſe vor ſich gehende, aber immer wiederkehrende, Hebungen und andererſeits durch allmähliche Senkungen weit ausgedehnter Landesgebiete und zwar gewöhnlich in der Weiſe, daß während irgend ein ſolches Landesgebiet ſich nach und nach immer mehr über das Niveau des, daſſelbe begrenzenden, Meeres erhebt, ein anderes, dieſem ſich hebenden Gebiete gegenüber liegendes, Land ſich immer tiefer ſenkt, ſo daß es zuletzt in dem angrenzenden Meere ganz untergeht. — Im Binnenlande, weit von den Küſten des Landes entfernt, ſind dieſe merkwürdigen, das Oberflächengebiet großer Ländercomplexe umfaſſenden, Veränderungen nur ſelten erkennbar, weil ſich ja dieſelben in gleicher Weiſe auf alle Theile der Binnenländer erſtreckt und nicht etwa nur einzelne Theile, z. B. eine einzelne Bergmaſſe derſelben erfaßt, aber an den Küſten des Meeres, an denen das ſcheinbar unveränderliche Niveau des letzteren eine deutliche Grenzzone bildet, da treten ſelbſt ſchon kleine Veränderungen in dem Höhenſtande des Küſtenlandes hervor. Da nemlich, wo der Meeresſpiegel die Landesküſten ſtreift, da ätzt er an den ſteil anſteigenden Felsküſten durch ſeine, mit Salzen und Verweſungsſubſtanzen mancher Art wohl verſorgte, Waſſerfluth die Geſteinsmaſſe derſelben allmählich ſo an, daß eine wagerecht an der Felsküſtenwand hinziehende, ausgenagte Geſteinszone entſteht, welche genau die Höhe des Meeresſtandes bezeichnet. Wenn nun dieſe Ausnagungszone ſich in einer Höhe der Küſtenwand befindet, bis zu welcher zur Zeit der Beobachtung der Meeresſpiegel auch während ſeines höchſten Standes nicht mehr reicht, ſo iſt dieſes ein Zeichen, daß entweder die Küſte ſich gehoben oder die Waſſermaſſe des Meeres ſich geſenkt hat. Noch deutlicher aber treten dieſe Hebungen des einen oder Senkungen des anderen an flachen, von den Meeresfluthen leicht überfluthbaren, Landesküſten hervor. Indem nemlich die Meereswogen da, wo ſie den Strand ſtreifen und überwellen, all den Schutt, welchen ſie mit ſich führen, ſeien es nun Steingerölle und Erdſchlammmaſſen oder Thier- und Pflanzenreſte, auf der ganzen Strecke des von ihnen beſpülten Strandes abſetzen, entſteht eine mehr oder minder hohe und breite Meeresſchuttzone, welche genau in derſelben Horizontalen liegt, in welcher ſich der anſpülende

§. 108. Meeresspiegel befindet und so gewissermaßen eine Grenzmarke oder *Strandlinie* bildet, welche den jedesmaligen Höhenstand des Meeresspiegels angiebt. Wird nun ein Küstenland gehoben, so wird sich eine solche Strandlinie, der größeren oder geringeren Hebung des sie tragenden Küstenstriches entsprechend, in einer größeren oder geringeren Höhe des angrenzenden Meeres befinden. Indem aber weiter das Meer vor dem gehobenen Strande und am Fuße desselben aus seinem angeschwemmten Schutte eine neue Strandablagerung bildet, so kann es kommen, daß bei allmählich fortgesetzter Hebung der weiter in die Höhe gestiegene Strand auf seiner Oberfläche eine jüngere Strandlinie zeigt, so daß sich nun auf ihm eine ältere, höher und weiter landeinwärts gelegene und dann vor derselben eine jüngere, niedriger und unmittelbar am Meere gelegene Meeresablagerung befindet. In dieser Weise also können sich bei einer fortdauernden, durch viele Jahrhunderte stattfindenden, Hebung einer Küste sich nach und nach mehrere solcher Strandlinien bilden, welche vom Meeresspiegel aus in *Schutterrassen* ansteigen, von denen die ältesten am höchsten und weitesten landeinwärts, die jüngsten am niedrigsten und dem Meere am nächsten liegen. In der That sind Reihen solcher, terrassig übereinander liegenden, Strandlinien oft sogar weit landeinwärts in den meisten noch gegenwärtig vom Meere bespülten Landesgebieten, so in Südamerika (z. B. an der Küste von Coquimbo, wo *Darwin* 5—7 schmale Uferterrassen fand, Peru, Chile und Patagonien), Sicilien, Frankreich, Großbritannien, Skandinavien u. s. w. beobachtet worden.

Nähere Angaben. Daß man in der neueren Zeit die allmählich und unaufhörlich vor sich gehenden Erhebungen von Landesgebieten vielfach angezweifelt, daß man dieselben durch eine Einsenkung oder ein Tieferwerden des Meergrundes oder durch ein Zurückweichen des Meeres oder auch durch eine abwechselnde Anschwellung und Verminderung der Meeresfluth und in Folge davon durch abwechselnde Ueberfluthungen des Landes und dann wieder eintretender Entblößung desselben u. s. w. zu erklären versucht hat, soll weiter unten näher erörtert werden. Für jetzt mögen einzelne Beispiele, welche für *Hebungen des Landes* sprechen, hier ihren Platz finden, und zwar sei hier zunächst einer Hebung und Senkung gedacht, welche in geschichtlicher Zeit durch die *instantane* Wirkung vulcanischer Kräfte herbeigeführt worden ist. Es ist dieses die abwechselnde *Hebung und Senkung des Serapis-Tempels an der Meeresküste bei Puzzuoli* unweit Neapel. In den Ruinen dieses Tempels befinden sich drei ziemlich aufrecht stehende, 13,3 Meter hohe Säulen, deren jede aus einem einzigen Marmorblocke ausgehauen ist. Die Oberfläche dieser Säulen ist von ihrem Grunde an bis zu 4 Meter Höhe ganz glatt und unbeschädigt, darüber hinaus aber bis zu 3 Meter Höhe von zahlreichen Löchern einer Bohrmuschel (— der Modiola lithophaga —) angebohrt, so daß man noch gegenwärtig Schalen derselben in diesen Löchern findet. Die über dieser zerbohrten Zone befindlichen Theile der Säulen sind dann wieder unverletzt. Dieses eigenthümliche Auftreten der Bohrmuscheln führt

zu dem Schluſſe, daß der urſprünglich dicht am Meeresufer gelegene §. 108.
Tempel in Folge einer vulcaniſchen Eruption (vielleicht der Solfatara im Jahre 1198) und des dabei ſtattgefundenen Erdbebens eine Einſenkung unter den Meeresſpiegel erlitten hat und dabei durch angeſchlämmte vulcaniſche Aſche bis zu der Höhe, in welcher die Bohrmuſchelzone beginnt, verſchüttet worden iſt, ſo daß von ſeinen Säulen nur noch die oberen, nicht von Bohrmuſcheln angenagten Theile aus dem Waſſer hervorragten. Für alles dieſes ſpricht die Bohrmuſchelzone; denn dieſe Thiere konnten ſich weder in dem durch vulcaniſchen Schlamm vergrabenen noch in den über den Meeresſpiegel hervorragenden Theilen der Säulen einbohren. Durch eine — wahrſcheinlich bei der Entſtehung des Monte Nuovo 1538 — eintretende Wiederhebung der Küſte wurde dann der Serapistempel abermals ſoweit emporgehoben, daß gegenwärtig nur ſein Fußboden von den Wellen des Meeres beſpült wird (Fig. 91).

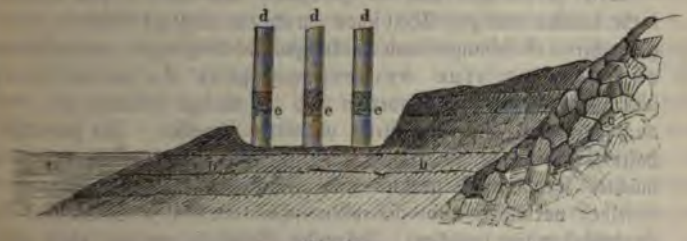
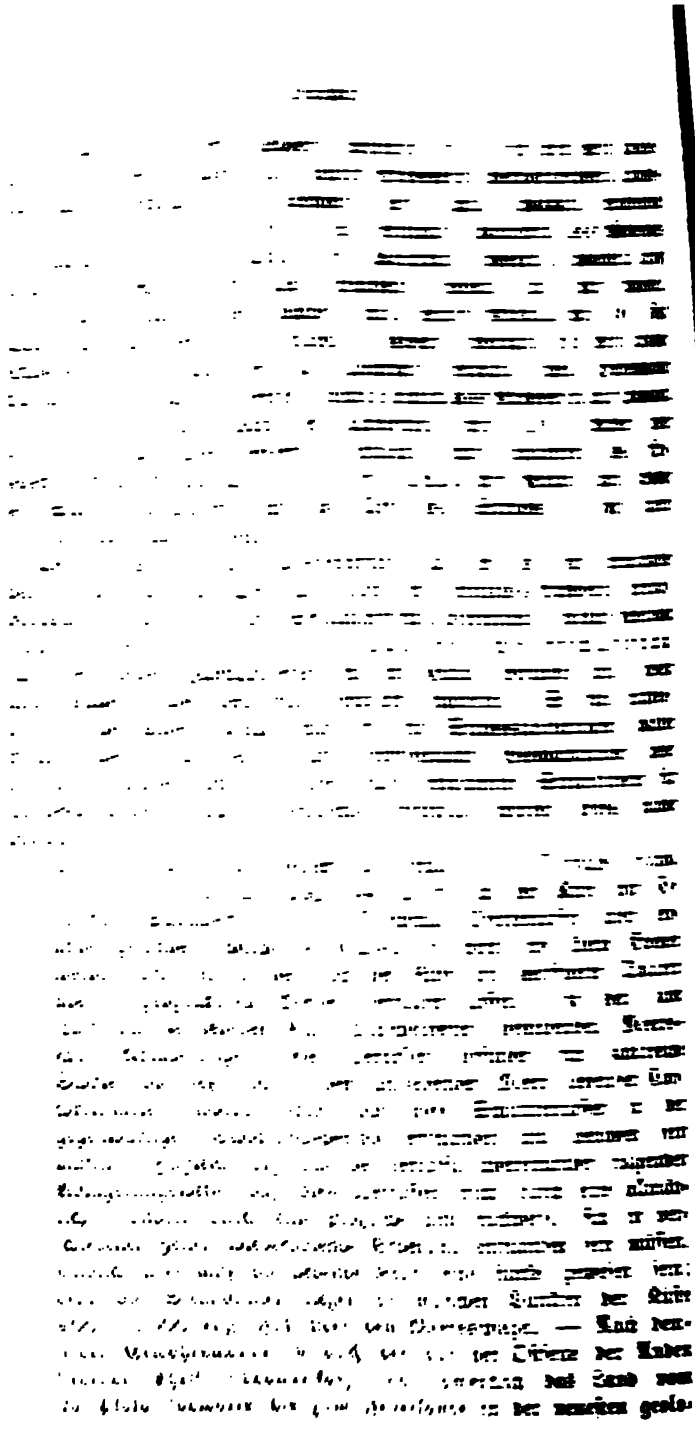


Fig. 91.

Die gehobenen und bei e von Bohrmuſcheln zernagten Säulen (d) des Serapistempels bei Puzzuoli.

(a. Meer; b. Junge Meeresablagerungen; c. Altes Meerufer).

Wie der Serapistempel durch ein vulcaniſches Erdbeben ſchnell und augenſcheinlich verſenkt und gehoben wurde, ſo haben Erdbeben auch in anderen Gebieten Landesmaſſen ſchnell und ſtark gehoben. Nach dem ſtarken Erdbeben, welches am 19. November 1822 Chile heimſuchte, wurde die Küſte dieſes Landes auf weite Strecken hin mit einem Male ſo ſtark gehoben, daß zahlloſe Meeresthiere auf das Trockene geriethen und ganze Reihen von Auſterbänken bloßgelegt wurden. Nach Darwin wurde dieſelbe Küſte durch das Erdbeben am 20. Februar 1835 abermals um 4 bis 5 Fuß gehoben, ſank dann aber bis zum April deſſelben Jahres bis auf 2 bis 3 Fuß über ihr früheres Niveau wieder zurück. — Und ſo könnten noch mehrere Beiſpiele angeführt werden, welche es deutlich beweiſen, daß durch vulcaniſche Erdbeben Landesgebiete mehr oder minder dauernd oder vorübergehend gehoben worden ſind; ja Darwin hat aus dem Vorhandenſein von mehreren, in verſchiedenen Höhen von Chile über einander vorkommenden, Meeresthier-Ablagerungen (Strandlinien) geſchloſſen, daß z. B. die Küſte von Chile und Peru an verſchiedenen Stellen bis zu 400, 500,



giſchen Periode zuſammenhängend emporgehoben worden, und §. 108.
zwar in Patagonien zu 300 bis 400 Fuß Höhe. Die Erhebung fand daſelbſt in acht verſchiedenen Zeiträumen ſtatt, wie man aus den daſelbſt vorhandenen Uferterraſſen bemerken kann.

2) Indeſſen nicht bloß an den Küſten Südamerikas, ſondern auch an den anderen Erdtheilen ſind dieſe eigenthümlichen Landeshebungen bemerkbar; ſo

α. in Europa

1) an den nördlichen Küſten Rußlands, wo nach Murchiſon und Keyſerling alte Meeresablagerungen 250 Werſt landeinwärts von den Küſten des Eismeeres und ſtellenweiſe 150 Fuß über dem Meeresſpiegel vorkommen;

2) an den Küſten Skandinaviens, wo man ſie zuerſt an deſſen Oſtſeeküſten, dann ſpäter auch an den Nordſeeküſten beobachtete, wo dieſelben noch ununterbrochen fortdauern und nach den Berechnungen von Lyell u. A. für jedes Jahrhundert durchſchnittlich drei Fuß betragen.

Höchſt intereſſant ſind in dieſer Beziehung die Mittheilungen Lyells (vgl. Poggendorfs Annalen, Bd. 38, 1836, S. 64 u. ff.), nach denen er unter Anderem aus den Strandbildungen bei Södertelje den Schluß zog, daß die ſchwediſchen Oſtſeeküſten, ſeitdem das Land von Menſchen bewohnt wird, wenigſtens 64 Fuß tief geſunken ſein müſſen, ehe die jetzt noch fortdauernde Erhebung eingetreten iſt, ſo daß dieſe letztere mindeſtens vor mehr als 2000 Jahren begonnen haben muß;

3) an den Küſten der däniſchen Inſeln, namentlich im nördlichen Theile Jütlands und auf der Inſel Bornholm, deſſen Oſtküſte nach Forchhammer noch jetzt ſteigt;

4) an den Küſten Großbritanniens, ſo in Schottland, wo nach James Smith die alten Strandablagerungen am Clyde 40 Fuß, am Loch Lomond 70 Fuß und in der Gegend von Glasgow und bei Gamric bis 350 Fuß hoch liegen; in England, wo die Weſtküſte in Höhen von 150 Fuß (in Nord-Devonſhire) bis über 1000 Fuß (in Nord-Wales und Shropſhire) Meeresſtrandbildungen zeigt, während im Gegenſatze hierzu die Oſt- und Südküſte Englands Einſenkungen wahrnehmen läßt; auch in Irland laſſen ſich nach Scouler die muſchelführenden Meeresſtrandbildungen landeinwärts bis 7 engl. Meilen weit und an einzelnen Stellen bis zu 200 Fuß Höhe verfolgen;

5) auch im Binnenlande Frankreichs hat Virlet unter anderen bei dem — 67 geographiſche Meilen von der Küſte und 540 Par. Fuß über dem Meere gelegenen

§. 108. Orte — Tournus unweit Autun in einer Thonablagerung Muſcheln (Ostrea hippopus und Murex trunculus) gefunden, welche gegenwärtig noch im atlantiſchen und mittelländiſchen Meere leben;

6) auf der Inſel Sicilien, wo Sartorius v. Waltershauſen am Vorgebirge von S. Andrea unterhalb Taormina faſt in 140 Fuß Höhe über dem Meeresſpiegel Bohrmuſcheln antraf, während derſelbe an der Südſeite des Aetna in der Ebene von Catania in einer Meereshöhe von 30 bis 60 Fuß Thonſchichten mit noch ganz friſchen, — noch gegenwärtig im Meere lebend vorkommenden, — Conchylien fand, ja dieſelbe Thonablagerung bei Nizzeti in 600 und an der Catira noch in 1000 Fuß Höhe bemerkte;

β. in anderen Erdtheilen. — Im ganzen nördlichen Aſien am Unterlaufe des Ob, Jeniſſei und der Lena iſt das Land erſt nach der Zeit über den Meeresſpiegel erhoben worden, als die Mammuthe, Rhinozeroſe und Ure weiter ſüdlich gelebt haben (nach Keyſerling). Daſſelbe gilt auch vom nördlichen Amerika; dagegen iſt allen Beobachtungen nach ein großer Theil Grönlands vom 60. bis etwa zum 69. Breitengrade im Sinken begriffen.

In allen bis jetzt angeführten Beiſpielen iſt von vorherrſchenden Landeshebungen die Rede geweſen. Ihnen gegenüber ſtehen die Landesſenkungen, welche ſcheinbar durch vulcaniſche Beben oder Erſchütterungen hervorgebracht worden und zum Theil noch im Gange ſind. —

Die Sage weiß von vielen Orten, welche vom Meere verſchlungen worden ſind, zu erzählen; ſie berichtet, wie da und dort bei heiterem Wetter und ruhiger See noch unterſeeiſche Städte und Wälder im Bette des Oceans bemerkt werden könnten. Iſt nun auch in vielen Fällen das von der Sage Erzählte eine Geburt der Phantaſie, ſo hat ſie doch nicht unrecht, wenn ſie von Landesgebieten berichtet, welche noch ſeit Menſchengedenken vom Meere verſchlungen worden ſind. Indeſſen ſind wohl die meiſten dieſer Einſinkungen nur dadurch entſtanden, daß die Meeresfluth den Untergrund der Ufergelände allmählich ſo wegſpülte, daß die über demſelben befindliche Landesmaſſe mit allem, was ſich auf derſelben befand, plötzlich und ſenkrecht in die unter ihr entſtandene Uferaushöhlung niederſank. Daß in dieſer Weiſe der Dollart und Jahdebuſen und wahrſcheinlich auch der Zuiderſee, ſelbſt der gewaltige Buſen von Biscaya entſtanden iſt, ja daß wohl viele der ſogenannten unterſeeiſchen Wälder an den Küſten Englands, der Normandie und Bretagne auf dieſe Weiſe hervorgebracht worden ſind, erſcheint mehr als wahrſcheinlich und iſt auch ſchon da, wo von dem Einfluſſe des Meeres auf das Land (§. 54 und §. 55) geſprochen wurde, erwähnt worden. Dieſe Art von Einſenkungen ſcheint überhaupt da, wo die Meeres-

fluth von der Seite her ſchleichend lockere oder doch leicht ſchlämm- §. 108.
und abſchwemmbare Ufermaſſen beleckt, ſtets ſtattzufinden. Sie geht auch in der Regel raſch und plötzlich vor ſich. Es giebt aber außerdem noch Uferlandeinſinkungen, welche ganz allmählich und in der Weiſe vor ſich gehen, daß ſie vom Landinnern aus nach dem Meere hin eine ſanfte in das letztere abfallende Ebene bilden, wie dieſes z. B. der Fall iſt an den Küſten Hollands und wahrſcheinlich des ganzen weſtlichen Deutſchlands. Dieſe Art von Einſinkungen, welche an Flachgeſtaden hauptſächlich da vor ſich geht, wo der Untergrund der letzteren aus mächtigen Torf-, Thon-, Schlick- und Marſchbildungen, die Decke derſelben aber aus mächtigen Ablagerungen von Sand beſteht, entwickelt ſich dadurch, daß der weiche und von Waſſer durchzogene Untergrund durch das Gewicht der darüber lagernden Sandmaſſen ſo ſtark zuſammengepreßt wird, daß einerſeits ſein Volumen immer mehr ſchwindet und andererſeits ſeine ſchlammig weiche Bildungsmaſſe nach dem Meere hin ſo lange vorwärts gequetſcht wird, bis ſie in das Bett deſſelben dringt und ſo eine ſchief in das Meeresbett einſinkende Ebene bildet. — Und wie am Meeresſtrande, ſo können nun auch mehr oder minder beträchtliche Einſenkungen im Binnenlande bloß dadurch hervorgebracht werden, daß der Untergrund eines Landesgebietes aus Torf, welcher bekanntlich um ſo mehr in ſich zuſammenſinkt, je mehr ſeine Verkohlung vorwärtsſchreitet, aus Thon, Kalktuff oder auch aus Steinſalz beſteht. Daß durch alle dieſe Erdrindemaſſen Bodeneinſenkungen, Erdfälle, Bergeinſtürze u. ſ. w. entſtehen können, iſt früher bei den Schöpfungen des Waſſers ſchon hinreichend erklärt worden.

Daß nun aber von allen dieſen Einſinkungen des Landes, mögen ſie auch noch ſo großartig ſein, hier nicht die Rede ſein kann, iſt ſelbſtverſtändlich. Angedeutet aber mußten ſie hier werden, weil namentlich die am Meeresgeſtade auf weite Strecken hin ſtattfindenden Landesſenkungen bei oberflächlicher Betrachtung mit den von wirklichen Erdbeben hervorgerufenen leicht verwechſelt werden können. Was nun dieſe letztgenannten Landesſenkungen betrifft, ſo iſt über ſie Folgendes zu bemerken:

1) Schon bei der Beſchreibung der Koralleninſeln iſt erwähnt worden, daß Darwin erwieſen hat, daß die Landesmaſſe, um welche herum ſich die Korallen bauenden Polypen angeſiedelt haben, geſunken und auch noch im Sinken begriffen iſt und daß dadurch aus urſprünglichen Küſtenkorallriffen zuerſt Wallriffe und zuletzt Lagunenriffe wurden (§. 57.). Wie nun in dieſem Falle es deutlich hervortritt, daß Landesmaſſen allmählich in das Meer verſinken können, ſo iſt dieſes auch der Fall mit weit ausgedehnten Feſtländern im indiſchen und großen Oceane. Im indiſchen Oceane nemlich befinden ſich zwiſchen Hinterindien und Afrika zahlreiche Inſeln, zu denen unter anderen Madagaskar, die Seychellen, die Malediven, Ceylon u. ſ. w. gehören, welche ſich durch ihre, — ihnen gemeinſam gehörende, aber von den

§. 108. nahe liegenden Feſtländern verſchiedene, — Pflanzen- und Thierwelt, ſo z. B. durch die auf ihnen nur vorkommenden Halbaffen (Lemuren), auszeichnen. Ebenſo haben Wallace u. A. gezeigt, daß auf vielen der Sunda- und Molukken-Inſeln ganz dieſelben Inſectenarten vorkommen wie auf den nahe liegenden Gebieten des aſiatiſchen Feſtlandes, wiewohl nicht anzunehmen iſt, daß namentlich Inſecten die, zwiſchen den einzelnen Inſeln gelegenen, Meeresarme überfliegen können. Endlich iſt es nicht unwahrſcheinlich, daß das koloſſale Wallriff an der Oſtſeite von Auſtralien früher ein mit dieſem Erdtheile verbundenes Küſtenriff war, und daß die zahlreichen Inſel-Atolle zu beiden Seiten des Aequators im großen Oceane ehedem ebenfalls Riffe waren, welche ſich den Küſten von nunmehr untergeſunkenen Landesgebieten anſchloſſen. — Aus allem dem hat man geſchloſſen, daß die Inſeln und Korallenatolle des indiſchen und großen Oceanes nichts weiter als Ueberreſte von im Bette des Oceanes verſunkenen Erdtheilen ſeien.

2) Auch an den Küſten Grönlands hat man in der ganzen Strecke vom 60. bis etwa 69. Breitengrade ein Einſinken des Landes beobachtet, indem an Orten, wo ehedem Häuſer ſtanden (z. B. bei Frederikhaab und bei der Colonie Godthaab), gegenwärtig die Meeresfluth ſteht. Der Däne Pingel fand, daß die ganze Weſtküſte Grönlands langſam gegen die Davisſtraße ſich hinabſenke, indem Pfähle, an denen man früher Fahrzeuge zu befeſtigen pflegte, mit ihren Köpfen unter Waſſer gerathen waren.

3) Nach Poggendorf's Annalen (Bd. 43, 1838, S. 361) hat Klöden bewieſen, daß auch die dalmatiniſchen Küſtenlande im Sinken begriffen ſind. Ob nun aber dieſes Sinken nicht durch Erdfälle, von denen bekanntlich das Küſtenland Dalmatiens durchzogen iſt, hervorgebracht wird, das iſt noch zweifelhaft.

4) Im Allgemeinen aber hat man beobachtet, daß ſehr gewöhnlich, wie auch oben ſchon bemerkt, mit den Hebungen eines Landesgebietes auch Senkungen und zwar in der Weiſe verbunden ſind, daß einerſeits in einem und demſelben Landesgebiete eine Senkung einer Erhebung vorausgeht oder bisweilen auch nachfolgt, und andererſeits mit der Hebung des einen Landesgebietes eine Senkung des anderen, ihm gegenüberliegenden, Gebietes im Verbande ſteht. Dieſes Letztere zeigt ſich z. B. in Grönland, deſſen Weſt- und Südküſte ſinkt, während die gegenüberliegende Küſte von Labrador und Neufundland ſteigt; in Skandinavien, welches ſteigt, während die gegenüberliegenden Küſten Deutſchlands ſinken, und im großartigſten Maßſtabe einerſeits in Aſien, deſſen nördliches Gebiet in der ganzen Breite von Sibirien gewachſen iſt, während

sein südliches Gebiet zum größten Theile bis auf die beiden Halbinseln von Indien und die oben genannten Inseln im Meere eingesunken erscheint; und andererseits in Südamerika, dessen chilenisches und peruanisches Küstenland noch fortwährend steigt, während ihm gegenüber im großen Oceane nur noch kleine Inselgruppen von einem ehemaligen Erdtheile übrig sind, — Landesreste, welche auch schon längst verschwunden wären, wenn nicht die immer sich verjüngenden und verlängernden Bauten der Korallenpolypen ihre Reste zusammenhielten. §. 108.

Soviel über die säcularen Hebungen und Senkungen, welche meistens auch gegenwärtig im Gange sind. Es sind dieselben im Vorstehenden als Producte von untererdisch wirkenden Potenzen abgeleitet worden, welche (ähnlich dem Wasserdampfe in einer Dampfmaschine) die Erdrinde abwechselnd heben und sinken lassen. Daß die plötzlich eintretenden, und sich rasch vollziehenden, mit Erschütterungen und Zerreißungen mancher Art verbundenen, Hebungen, Einstürzungen und Versenkungen einzelner, aber verhältnißmäßig kleiner, Landesgebiete durch eigentliche Erdbeben hervorgerufen werden, das ist ebenso wenig wegzuleugnen, als die durch die unterwaschende und wegreißende Kraft der Meeresfluthen hervorgerufenen Versinkungen großer Uferländereien; daß aber die ganz allmählichen, durch ungemessene Zeiträume fortdauernden, Hebungen und Senkungen ausgedehnter Ländermassen, ja halber Erdtheile ebenfalls durch solche Erdbeben hervorgebracht werden sollen, das ist nicht gut denkbar. Aus diesem Grunde hat man namentlich in der neueren Zeit wiederholt versucht, die säcularen Hebungen und Senkungen der Erdrindemassen entweder als die Folge einer bis in bedeutende Tiefe stattfindenden Umwandlung der Gesteine, sei es durch Krystallisation oder Verwitterung, wobei eine langsame Auflockerung und Emportreibung der Massen stattfinde, — oder als das Product von Niveauschwankungen des Meeres zu betrachten.

Unter denjenigen, welche die säcularen Hebungen und Senkungen der Erdrinde aus einer untererdischen Umwandlung der Erdrindemassen ableiten, haben sich namentlich R. Bunsen, Poulett Scrope, Hopkins und Hunt bemerklich gemacht, wie das Folgende kürzlich zeigen wird:

1) R. Bunsen nimmt, wie früher schon bei der Entstehungsweise der Erdbeben mitgetheilt worden ist, an, daß der Druck der starren Erdrinde auf das feuerflüssige Innere die Massen dieses letzteren ebenso zur Erstarrung zwingt, als die Abkühlung. Diese Erstarrung, durch welche überhaupt schon von der ersten Bildungsperiode der Erdrinde an, alle plutonischen Gesteine entstanden sind, geht noch gegenwärtig an den noch vorhandenen Schmelzmassen im Erdinnern vor sich und bewirkt, daß die in den festen Aggregatzustand übergehenden Massen einen Druck auch ihrerseits, — sowohl nach Außen wie nach Innen — ausüben. Der Druck nach Außen muß Hebungen und Senkungen der Erdoberfläche hervorbringen, der Druck nach Innen aber muß die übrig gebliebene flüssige Masse gewaltsam zusammenpressen,

§. 108. in Folge dessen diese letztere, wenn ihr nicht ein seitliches Ausweichen oder ein Emporpressen zur Erdoberfläche (und hierdurch zur Bildung von Vulcaneruptionen) gestattet wird, nach dem Centrum der Erde hin ebenfalls zur festen Masse erstarren muß. Dem gemäß also muß der Erdkörper aus einem festen Erdkerne, darüber aus einer im ewigen Schmelze begriffenen Zone und zu oberst aus einer erstarrten festen Rinde bestehen. Indem nun aber die im feuerflüssigen Schmelze begriffene Erdzone an denjenigen Stellen, an welchen sie mit Wasser, welches fortwährend vom Meere aus bis zu ihr hin eindringt, in Berührung kommt, fort und fort erstarren oder sich umwandeln muß, so muß sie auch eben an diesen Stellen unaufhörlich gegen die erstarrte Erdrinde drücken und sie heben.

2) Hopkins und Scrope nehmen an, daß der Erdkörper bei seiner Entwickelung anfangs eine vollkommen flüssige Masse bildete, deren Theilchen sich unter sich frei bewegten und in Folge ihrer circulirenden Bewegung abkühlten und erstarrten. „Die in dieser Weise abgekühlten schwereren Massetheile sanken von Außen her nach dem Mittelpunkte der Erde zu und an ihre Stelle traten die wärmeren leichteren Theile, welche von Innen gegen die Oberfläche aufstiegen. Nachdem sich so nach und nach in der ganzen Erdmasse eine gewisse Temperatur hergestellt hatte, habe die Festwerdung in Folge des höheren Druckes, welcher das Erstarren begünstigt, im Erdmittelpunkte begonnen und sei gegen den Umfang fortgeschritten. Endlich aber mußte in Folge fortschreitender Abkühlung der ganzen Masse diese an der Oberfläche in einen Zustand unvollkommener Fluidität gerathen, welche eine weitere Abkühlung nur noch „durch Leitung" möglich machte. Nun erst begann auch die Festwerdung von der Oberfläche aus und es mußte hierdurch ein Zeitpunkt eintreten, in welchem die Erde aus einer äußeren festen Schale und einem festen Kerne und zwischen beiden aus einer noch gegenwärtig im Schmelze befindlichen Zone bestand. In diesem Zustande befinde sich nun die Erde noch gegenwärtig." — Nach dieser Annahme würde nun in ähnlicher Weise, wie es Bunsen erklärt hat, überall da, wo durch Wasserzutritt diese noch vorhandene Schmelzzone zu einer krystallinischen Masse erstarrt, durch dieselbe ein Druck nach oben ausgeübt und durch denselben die gedrückte Erdrindestelle allmählich und dauernd gehoben. Diese Zusammenpressung und Verdichtung der Schmelzmasse und dann dieses Drücken und Heben der über ihr liegenden Erdrinde würde schließlich hauptsächlich da hervorgebracht, wo die Erdrinde aus mürben, theilweise verwitterten und zerklüfteten und unter dem Drucke und Einflusse des Meeres stehenden Massen bestünde und sich abwärts senke; denn durch dieses Abwärtssenken von bedeuterden Erdrindemassen würde auf die unter ihnen befindliche Schmelzmasse ein starker Druck ausgeübt, in Folge dessen sie nach der Seite

hin gequetſcht würde und nun bei ihrer Erſtarrung die ſeitlich neben der geſunkenen Erdrindemaſſe befindliche Erdſtelle in die Höhe treibe.

3) Außer dieſen eben kurz angedeuteten und gegenwärtig am meiſten Anklang findenden Anſichten über die Urſachen der Erdbeben und der durch ſie herbeigeführten inſtantanen und ſäcularen Hebungen und Senkungen der Erdrindemaſſen hat nun in der neueren Zeit noch Dr. Heinr. Schmick in ſeinen, unten im Anhange näher angegebenen, Werken gezeigt, daß nicht das Feſtland der Erde, ſondern der Meeresſpiegel im Laufe der Zeiten auf- und niederſchwanke, und daß innerhalb einer Periode von 21,000 Jahren, in Folge der Sonnenanziehung auf die Waſſermaſſen des Oceans, eine periodiſche Waſſerverſetzung zwiſchen der nördlichen und ſüdlichen Erdhalbkugel ſtattfindet, wonach bald die eine, bald die andere Erdhälfte vorwiegend oceaniſch wird, indem das Meeresniveau auf jeder Erdhälfte 10,500 Jahre lang ſteigt und ebenſo lange fällt. Den Beweis für dieſe Annahme findet Dr. Schmick namentlich in der Wechſellagerung von Süßwaſſer- und Meerwaſſergebilden in den verſchiedenen Formationen der Erdrinde, vorzüglich der Steinkohlenformationen, indem er feſtſtellt, daß nicht der einmal beſtehende Grund und Boden einer Formation ſich periodenweiſe geſenkt und dann wieder gehoben habe, um ſich vom Meerwaſſer überſchwemmen zu laſſen, ſondern daß das Meer ſich periodenweiſe gehoben habe, um ſeinen Schutt auf den vorhandenen Ablagerungsmaſſen einer Formation abzuſetzen.

Schlüſſe über die geologiſche Bedeutung der Erdbeben. — Es liegt in der Natur der Sache, daß alle die Potenzen und Agentien, welche im Innern der Erdrinde oder auch unter derſelben thätig ſind, dadurch, daß ſie die von ihnen präparirten Stoffe in Freiheit ſetzen wollen, einen Druck gegen die ſie einengende Erdrinde ausüben und durch dieſen die Maſſen der letzteren in mannichfacher Weiſe aus ihrer urſprünglichen Lage heraustreiben, ſei es nun, daß ſie dieſelben zerreißen oder zerſpalten, ſei es, daß ſie die Erdrindemaſſen heben, verſchieben oder theilweiſe auseinanderwerfen; ebenſo iſt es unbeſtreitbar, daß dieſelben Agentien, welche noch in der Gegenwart mehr oder minder große Strecken der Erdrinde heben und dadurch andere, neben den gehobenen Landesgebieten lagernde, zum Sinken veranlaſſen, auch ſchon von dem Augenblicke an, in welchem eine erſtarrte Rinde das Innere des Erdkörpers von der Außenwelt mehr oder minder abſchloß, in ganz ähnlicher Weiſe gewirkt haben, wie ſie jetzt noch wirken; endlich aber läßt es ſich auch nicht wegleugnen, daß, wenn auch in den erſten Zeiträumen der Erdrindebildung ſowohl Vulcaneruptionen wie überhaupt Erderſchütterungen einen großen Einfluß auf die Veränderungen der jungen Erdrinde ausgeübt haben mögen, dieſer Einfluß im Verlaufe der Zeiten um ſo ſchwächer werden mußte, je mehr ſich dieſe Rinde entwickelte, je mehr ihre Bildungsmaſſen erſtarrten und je dicker ſie wurde. Rechnet man zu dieſem letzteren nun auch noch die

§. 109.

§. 109. gegenwärtig ziemlich weit verbreitete und gar nicht unwahrscheinliche Annahme, daß nach der Berechnung des specifischen Gewichtes von der Erde und den Gesetzen der Wärmestrahlung und Abkühlung der Erdkörper aus einem sehr umfangreichen festen, — wahrscheinlich aus Magneteisenerz bestehenden, — Kerne und aus einer verhältnißmäßig dünnen, — vorherrschend aus Silicat- und Carbonatgesteinen gebildeten, — erhärteten Rinde besteht, welche in ihren untersten Lagen in eine Region von geschmolzenen, zum Theil in Erstarrung begriffenen, Mineralsubstanzen übergeht, so daß alle die Eruptionen und Erschütterungen, welche die Erdrinde erleidet, nur von dieser verhältnißmäßig dünnen und nicht in allzugroßer Tiefe vorhandenen Schmelzschichte ausgehen und auch da nur vor sich gehen können, wo gerade diese Schichte durch theilweise Niedersinkungen der über ihr befindlichen starren Erdrinde oder auch durch von Außen her eindringendes Wasser gepreßt und so verdichtet wird, daß ihre erstarrenden oder auch dampfförmigen Massen auf die einengende Erdrinde drücken, sie heben und auch da und dort durchbrechen müssen; — bedenkt man dieses Alles, so muß man zugeben, daß die noch gegenwärtig durch den Vulcanismus und seine Producte hervorgebrachten Veränderungen an der Erde mehr nur als momentane, mehr oder weniger vorübergehende, ja sogar trotz oft weit ausgehenden Erschütterungen mehr als locale betrachtet werden müssen, daß mithin auch die säcularen Hebungen und Senkungen von weiten Landesgebieten wohl nicht als Producte der eigentlichen Erdbeben betrachtet werden dürfen. —

Die Ursachen von allen Veränderungen, welche die Erdrindemassen in ihren Formungs- und Lagerungsverhältnissen erlitten haben und noch fortwährend erleiden, sind wohl in der Erdrinde selbst zu suchen und nicht alle von einem und demselben Agens abzuleiten. Vielmehr ist anzunehmen, daß alles das, was das Volumen, die Dichtigkeit, den Aggregatzustand und den chemischen Bestand der Erdrindemassen verändert, auch die Formungs- und Ablagerungsverhältnisse der Erdrindemassen und mit ihnen auch das Relief der Erdoberfläche ändern muß. Ob dieses nun von Atom zu Atom einer Erdrindemasse oder mit einem Male an ihrem ganzen Körper vor sich geht, und ob diese Veränderung ganz allmählich und durch Jahrtausende oder plötzlich und schnell vorwärts schreitet, das ist einerlei; noch dazu, da der Mensch gewöhnlich nicht entscheiden kann, ob nicht eine plötzlich und schnell eintretende Katastrophe durch ein Jahrtausende hindurch währendes, heimlich, innerlich und von Atom zu Atom vorwärts schreitendes, Arbeiten der verändernden Agentien herbeigeführt worden ist.

Als die Haupturſache, welche schon von den ersten Entwickelungsanfängen der Erdrinde an auf die Gestaltungsverhältnisse der letzteren einwirkte, ist die Volumensänderung, welche sich stets geltend macht, sobald sich eine Körpermasse aus ihrem gelösten, geschlämmten oder geschmolzenen Zustande absondert und fest wird, zu betrachten. Wie allbekannt ist, so zieht sich eine Thonschlammmasse

bei ihrem Feſt- und Trockenwerden ſo zuſammen, daß ſie in lauter §. 109.
einzelne Schalen oder Scherben zerfällt, welche ſich an ihren Rändern heben, ſo daß die einzelnen Scherben napfförmig werden. Was nun hier im Kleinen geſchieht, das geht auch im Großen mit allen, aus dem ſchlammigen Zuſtande in den feſten übergehenden, Erdrindemaſſen vor ſich. Bei der Verdunſtung ihres Löſungs- oder Schlämmwaſſers trocknen dieſelben ein, berſten und zerſpringen zu koloſſalen Schalen, welche ſich nun in dem Grade, wie ihre innere Austrocknung zunimmt, an ihren Rändern allmählich ſo heben, daß ſie ein concaves oder napfförmiges Plateau mit mehr oder minder ſteil abfallenden Seitengehängen bilden. Am meiſten und vollſtändigſten zeigt ſich dieſe concave Hochplateaubildung bei Maſſen, welche aus ſandfreiem Schlamme, z. B. aus Thon-, Mergel- oder Kalkſchlamm, gebildet werden, wie man im großartigen Maßſtabe an den aus Kalkſtein-, Mergel- und Schieferthonformationen gebildeten Erdgebieten bemerken kann. Bei den aus ſandhaltigem Schlamme entſtandenen Austrocknungsmaſſen dagegen tritt wohl auch ein Berſten der eintrocknenden Maſſen und ein Zerfallen derſelben in einzelne Schollen ein, aber die Ränder dieſer Schollen heben ſich nur wenig oder nicht, woher es auch wohl kommt, daß die aus ſandigem Schlamme gebildeten Sandſteingebiete mehr horizontale Hochplateaus mit ſteil abfallenden Gehängen bilden. Dieſe Erſcheinungen kann man an jeder austrocknenden Schlammpfütze bemerken. Durch Regen und ſpäter wieder in die Austrocknungsſpalten eindringende Waſſerfluthen werden dann die ſo entſtandenen Landſchollen theilweiſe wieder abgeſpült, ſo daß die zwiſchen ihnen befindlichen Spalten zu Thälern ausgeweitet werden.

Indem nun aber die Austrocknung dieſer Schlammmaſſen nur allmählich von Oben nach Unten vor ſich geht und dem gemäß die oberen Ablagerungsmaſſen ſchneller ſich zuſammenziehen, wie die unteren, muß zunächſt eine Losreißung der oberen, trockenen Lage von der unter ihr vorhandenen, noch weichen, vor ſich gehen und in Folge davon eine Spaltenhöhlung zwiſchen beiden entſtehen. Von den Seiten her dringt Waſſer in dieſe Höhlung ein und macht die noch weiche Unterlage ſchlammig, ſo daß ſie der über ihr lagernden, ſchon vollſtändig ausgetrockneten, Geſteinslage keine Stütze mehr gewähren kann. Die Folge davon iſt, daß dieſe letztere, an ſich ſchon concav eingebogene, in der Richtung ihrer Längenaxe abwärts in die unter ihr befindliche Schlammmaſſe einknickt. Aus einem concaven Plateau ſind auf dieſe Weiſe zwei parallel neben einander hinziehende Bergrücken entſtanden, welche nach dem, zwiſchen ihnen hinziehenden, Längenthale zu ſanft abfallende, an ihrer thalwegwärts gewendeten Seite aber ſchroff abfallende Gehänge haben. Durch das Regenwaſſer nun werden dieſe Gehänge noch mannichfach ausgenagt, ſo daß an anfangs einförmigen Seitengehängen mehr oder weniger tief und weit in ihre Bergmaſſen einſchneidende, Nebenſchluchten und Thäler werden; welche dann durch, in die zwiſchen den Bergrücken

§. 109. lagernden Thäler eindringende, Waſſerfluthen, mögen es nun Meereswogen oder Flüſſe ſein, ſowohl breiter wie auch tiefer gemacht werden, ſo daß nun die ſie umſchließenden Bergrücken höher geworden erſcheinen.

Wie mit den, aus dem Waſſer ausgeſchiedenen, Erdrindemaſſen, ſo iſt es nun auch ſchon vom erſten Erſtarrungsaugenblicke der Erdrinde an mit den aus feurig-flüſſigem Schmelze hervorgegangenen Maſſen geſchehen. — Aller Wahrſcheinlichkeit nach war die Erdkugel in ihrem erſten Entwickelungsſtadium ein im glühenden Schmelze befindliches Sphäroid. Durch Ausſtrahlung der Wärme nach dem Weltraume hin verlor dieſes Sphäroid von ſeiner Außenfläche aus allmählich ſoviel Wärme, daß ſich auf ihm eine Erſtarrungsrinde bildete. Indem nun aber dieſe Rinde die an den Weltenraum abgegebene Wärme wieder in ſich erſetzen wollte, entzog ſie nach und nach den zunächſt unter ihr liegenden noch flüſſigen Maſſen und dieſe dann weiter dem innerſten Erdkerne die Wärme ſo ſtark, daß die Maſſen dieſes letzteren vollſtändig zu einem compacten, feſten Körper erſtarren mußten. Hiernach beſtand nun die junge Erde, wie oben ſchon angedeutet, aus einem feſten Erdkerne, um demſelben herum aus einer zähflüſſigen Schmelzzone und über derſelben aus einer erſtarrenden Rinde, welche in ihrer äußeren Region ſchon zu feſtem Geſteine geworden, während ihre untere Region noch in der Erſtarrung begriffen war. Da jedoch mit jedem Wärmeverluſte eine Zuſammenziehung der erſtarrenden Erdrindenmaſſe verbunden war, ſo mußte die erſte feſte Erdſchale in lauter einzelne Scherben oder Schollen zerſpringen, welche nach unten in die noch flüſſige Schmelzzone — ähnlich wie Eisſchollen in Waſſer — eintauchten und hierdurch einen Druck auf dieſelbe ausübten, in Folge deſſen ſich die Schmelzmaſſen in die zwiſchen ihnen befindlichen Spalten ſo lange hineinpreßten, bis dieſe ganz ausgefüllt und bei der Erſtarrung der ſie ausfüllenden Maſſen vollſtändig geſchloſſen worden waren. Durch die Aufwärtspreſſung von Maſſen der Schmelzzone waren indeſſen zwiſchen der äußeren Rinde und dem feſten Erdkerne da und dort mehr oder minder große Hohlräume entſtanden, in welche nun die, ihrer ſie ſtützenden Unterlage beraubten, Maſſen der Erdrinde einbrachen und ſich hierbei auf die mannichfachſte Weiſe verſchoben, zerknickten, gegenſeitig einander aufrichteten, über einander warfen, — kurz in ähnlicher Weiſe aufthürmten, wie zuſammengedrängte Eisſchollen am Ufer eines ſich ſtauenden Stromes. Durch die ſo zuſammengebrochenen und in Folge ihres gegenſeitigen Druckes gehobenen und in die Höhe gedrängten Schollen der erſten Erdrinde nun entſtanden die, aus gemengten kryſtalliniſchen Geſteinen zuſammengeſetzten, Gebirgszüge auf der jungen Rinde des ſich entwickelnden Erdkörpers; *ſie ſind alſo nicht durch vulcaniſche Agentien in die Höhe getriebene Maſſen der Erdrinde oder aus dem Erdkerne durch vulcaniſche Eruptionen emporgeſchleuderte Schmelze des Erdkernes, ſondern aus der*

Zuſammenziehung, Einbrechung, Umkippung und Aufwärtsquetſchung der Erdrindemaſſen ſelbſt bei und nach ihrer Erſtarrung entſtanden. — Als ſich nun ſpäter in den, zwiſchen den gehobenen Erdrindeſchollen befindlichen, Vertiefungen auf der erſtarrten Erdrinde aus der, ſich ebenfalls durch Wärmeabgabe einerſeits an den Weltenraum und andererſeits an die Erdrinde abkühlenden, Atmoſphäre Waſſer anſammelte und den Ocean bildete, da erlitt die junge Erſtarrungsrinde noch mancherlei Veränderungen. Das Waſſer löſte, ſchlämmte und zerſtampfte die Ränder der ſeine Becken umſchließenden und es ſelbſt bei ſeiner Ausbreitung hemmenden Gebirgszüge und bildete aus dieſen abgebrochenen Trümmern in ſeinem Bette, namentlich aber an deſſen Ufern, neue Erdrindemaſſen. Mittelſt dieſer ſowohl, wie auch durch ihr eigenes Gewicht übte die Waſſermaſſe nun einen ſtarken Druck auf die von ihr bedeckte, noch immer verhältnißmäßig dünne, Erdrinde aus, ſo daß ſie ſich niederwärts ſenkte und dabei vorzüglich an den Rändern der ſie umſchließenden Gebirge Spalten bekam, durch welche nun Waſſer bis in die noch im Schmelze befindliche Erdregion drang, wo es raſch in Dämpfe umgewandelt wurde. Durch dieſe Niederdrückung von Erdrindetheilen traten einerſeits die an den Ufern des Meeres gelegenen Gebirgsinſeln um ſo höher hervor, je tiefer das ſie beſpülende Meeresbecken ſank (— gerade ſo, als ſeien ſie im fortwährenden Aufſteigen begriffen —), wurden aber auch andererſeits die, unter den ſinkenden Erdrindemaſſen befindlichen und durch den Waſſerdampf wieder dünnflüſſig gemachten und ſtark ausgedehnt gehaltenen, Schmelzmaſſen ſo ſtark ſeitwärts unter die angrenzenden Gebirgsinſeln gepreßt, daß ſie dieſe letzteren noch mehr in die Höhe hoben. Und dieſes Aufwärtsdrängen der Erdrinde währte ſelbſt dann noch fort, als die feuer- oder vielmehr waſſerflüſſige Schmelzregion, durch den von Oben her auf ſie einwirkenden Druck veranlaßt, zu erſtarren begann; nur wirkte dann ihr Rückdruck allmählicher, aber auch um ſo nachhaltiger. §. 109.

Es iſt bis jetzt verſucht worden, darzuſtellen, in welcher Weiſe die Hebungen und Senkungen ſchon vom Anbeginne der erſten Erdrinde an zunächſt durch den Erſtarrungsproceß der Erdrindemaſſen, ſodann aber auch durch den Druck des Waſſers und ſeiner mineraliſchen Gebilde auf die junge Erdrinde, ſowie durch die in Folge dieſes Druckes zuſammengepreßten, untererdiſchen Schmelzmaſſen hervorgebracht wurden. Was nun aber vom Anbeginne der Erdrindebildungen an geſchah, das findet auch noch jetzt ſtatt und wird auch noch ſo lange vor ſich gehen, als die gewaltige Maſſe des Oceanes die Sohle ihres Bettes niederwärts drückt und dadurch die unter der niederſinkenden Erdrindenſtelle befindliche Schmelzmaſſe ſeitwärts unter feſte Erdmaſſen preßt, ſo daß dieſe letzteren nun theils durch den noch flüſſigen und mit Dämpfen erfüllten Schmelz, theils durch die aus ihm hervorgehende Erſtarrungsmaſſe in die Höhe geſchoben wird. Dieſe Einſenkungen von Erdrindegebieten und die ſtets

nach ihnen erfolgenden Hebungen von anliegenden Landesmaſſen ſind alſo nicht das Spiel von Eruptionen und Erdbeben, ſondern ein geſetzmäßig abwechſelndes Wirken von dem Drucke des Oceans auf ſeine Unterlage, von der hierdurch erzeugten Quetſchung der, unter der erſtarrten Erdrinde vorhandenen, Schmelzmaſſen unter die neben den niederwärts gedrückten Stellen lagernden Erdrindegebiete und endlich von dem nach Oben gerichteten Drucke der untergepreßten Schmelzmaſſen auf dieſe letzteren, und wird demnach ſo lange dauern, als ſich unter der Erdrinde noch eine Region von Schmelzmaſſen befindet oder unter dem Einfluſſe des von Außen in dieſe Region eindringenden Waſſers bilden kann.

Anhang: Außer den in der allgemeinen Einleitung zur Geognoſie und im Texte ſelbſt ſchon genannten Werken und Zeitſchriften ſind bei der Beſchreibung des Vulcanismus noch folgende Werke benutzt worden:

Alex. Bittner, Beiträge zur Kenntniß des Erdbebens von Belluno vom 29. Juni 1873.

Kluge, Ueber die Urſachen der 1850—1857 ſtattgefundenen Erdbeben. Stuttgart 1861.

Darwin, Voyages of the Adventure and Beagl.

Dieffenbach, Der vulcaniſche Synchronismus und die Erdbeben des Jahres 1869. In der Zeitſchrift „Natur“ Nr. 27, 1874.

Dieffenbach, Plutonismus und Vulcanismus in der Periode von 1868 bis 1872 und ihre Beziehungen zu den Erdbeben. Darmſtadt 1873.

Falb, Erdbeben und Vulcanausbrüche. Prag 1875.

K. Müller, Plutonismus und Vulcanismus der letzten Jahre in Deutſchland in „Unſere Zeit.“ 1. und 2. Heft, 1874, S. 60 u. ff. und S. 128 ff.

Schmick, Die neue Theorie periodiſch ſäcularer Schwankungen des Seeſpiegels u. ſ. w. Münſter 1872.

Schmick, Das Fluthphänomen und ſein Zuſammenhang mit den ſäcularen Schwankungen des Seeſpiegels. Leipzig 1875.

Jul. Schmidt, Studien über Erdbeben. Leipzig 1875.

Jul. Schmidt, Vulcanſtudien. Leipzig 1874.

K. v. Seebach, Erdbebenkunde.

Sartorius v. Waltershauſen, Ueber die ſubmarinen Ausbrüche des Val di Noto.

B.
Die Feſte des Erdkörpers.

Erſter Abſchnitt.
Die Beſtandesmaſſen der Erdfeſte.

A. Vertheilungs- und Geſtaltungsverhältniſſe derſelben im Allgemeinen.

§. 110. **Vertheilung von Land und Meer.** — Die Waſſerhülle, welche den Erdkörper bedeckt, erſcheint durchbrochen von großen und kleinen Landesinſeln, deren Geſammtmaſſe 2,463,238 Quadratmeilen beträgt, während

die noch übrige Wasserhülle von den 9,261,238 Quadratmeilen der Gesammtoberfläche des Erdkörpers 6,798,000 Quadratmeilen umfaßt, so daß sich also die Größe allen Landes auf der Erdoberfläche zur Größe des Wassers wie 1 : 2,75 verhält. — Diese so von den Fluthen des Oceans umgürteten Landesmassen nun sind nicht alle von gleicher Größe und erscheinen auch nicht gleichmäßig im Oceane vertheilt. Schon ein Blick auf eine Erdkarte zeigt, daß die umfangreichsten Landesmassen auf der nördlichen Halbkugel vorhanden sind, während der Ocean seine größte Ausdehnung auf der südlichen zeigt, so daß auf der letzteren Halbkugel die Wasserfläche zur Landesfläche sich wie 10 : 7 verhält.

Die einzelnen Continente wachsen an Breite nach dem Nordpole hin so, daß sie zwischen dem 60 und 70 ° nördl. Breite fast die ganze Erdkugel umspannen und den sie umgürtenden Ocean so zusammendrücken, daß er nur noch durch Meerengen und Straßen mit dem Nordpolarmeere in Verbindung steht. Dagegen verschmälern sie sich nach dem Südpole hin immer mehr, bis sie zuletzt in spitze Halbinseln auslaufen. Dieses Verhältniß tritt sowohl bei Amerika, wie bei Afrika, Asien und Australien, bei welchem freilich die Spitze durch die Baßstraße zu der Insel Van Diemensland geworden ist, hervor. Bei dieser Vertheilung der großen zusammenhängenden Landesmassen bemerkt man außerdem noch, daß jede dieser Landesmassen zunächst in der Zone, welche zwischen dem Aequator und dem 20 ° südl. Breite lagert, an ihrer Westseite durch einen großen Meerbusen ausgeschnitten ist, welcher zwischen Asien und Australien sogar die Landesmasse durchbrochen hat, sodann aber in der Zone, welche zwischen dem Aequator und 30 ° nördl. Breite lagert, an ihrer Ostseite einen großen Busen besitzt, welcher mit Inselreihen besetzt ist, die vorherrschend vulcanischer Natur sind.

Vertheilung der Landesmassen in Continente und Inseln. — §. 111. Obgleich alle Landesmassen als Inseln aus dem Oceane hervortreten, so hat man doch je nach der Größe ihres Umfanges zweierlei Landesgebiete unterschieden, nemlich: Erdtheile, Festländer oder Continente und eigentliche Inseln, und begreift unter den ersteren alle diejenigen Inselmassen, welche wenigstens 100,000 Quadratmeilen Flächeninhalt besitzen.

a. Der Continente unterscheidet man in der Regel fünf, nemlich:

1) Europa	mit	178,150	Quadratmeilen	(nach	Behm),
2) Afrika	„	543,570	„	„	„
3) Asien	„	814,995	„	„	„
4) Amerika	„	743,819	„	„	„
5) Australia	„	161,180	„	„	„

Zu diesen 5 Continenten gesellen sich nun noch vielleicht als zwei abgesonderte Erdtheile die fast unbekannten Landesmassen des Nord- und Südpoles.

Unter diesen Continenten bilden je nach ihrer Lage Europa, Afrika, Asia nebst Australia zusammen den Ostcontinent, Amerika aber den Westcontinent auf der Erdkugel. — Geht man aber von

§. 111. der Aehnlichkeit in ihren Umrissen und ihrer Gliederung aus, so kann man die oben genannten 5 Continente zu drei unter einander verbinden. Wenn man nemlich mit Steffens Amerika als den normal gegliederten Continent zum Muster nimmt, so muß jeder Continent aus einer nördlichen größeren und einer kleineren südlichen Hälfte bestehen und dann zwischen diesen beiden Hälften eine Landenge als Verbindungsglied besitzen, außerdem nun aber auch noch an der einen Seite dieser Landenge einen großen Meerbusen mit Inseln (— ein Inselmeer —) und an der anderen Seite derselben eine Halbinsel zeigen. Von diesen Bestimmungen ausgehend, erhält man dann folgende drei Erdtheile:

1) Amerika, welches aus dem größeren Nord- und dem kleineren Südamerika besteht und zwischen diesen beiden Hälften die Landenge von Centralamerika mit Panama besitzt, an deren östlicher Seite das caraibische Meer mit den großen und kleinen Antillen, an der Westseite aber die Halbinsel Californien liegt.
2) Europa-Afrika mit Vorder-Asien bis zum 80 ° östl. Länge, dessen größere nördliche Hälfte aus Europa-Asia und die südliche Hälfte aus Afrika gebildet wird und zwischen diesen Hälften die durchbrochene Landenge von Gibraltar und östlich von dieser das Mittelmeer mit seinen Inseln, aber keine westlich von der Landenge liegende Halbinsel zeigt, weshalb Andere die Landenge von Suez als das Verbindungsglied zwischen der nördlichen und südlichen Hälfte betrachten, in welchem Falle dann nördlich von der Landenge das griechische Inselmeer und südlich von derselben die Halbinsel Arabien liegt.
3) Asia-Australia, in welchem Erdtheile Asia vom 80 ° östl. Länge an die größere nördliche und Australia die kleinere südliche Hälfte bildet, während die zwischen diesen beiden Hälften liegende Landenge mehrfach durchbrochen erscheint und aus der Halbinsel Malacca und den Sunda-Inseln gebildet wird. Oestlich von dieser durchbrochenen Landenge liegt dann die Sunda-See mit Borneo, Celebes, den Philippinen und Molucken; westlich von der Landenge aber lagert die große Halbinsel Vorderindien.

b. Die Inseln, unter denen Guthe „Landesstücke versteht, bei denen bis zur Mitte ihres Landesgebietes hin der Einfluß des Meeres in klimatischen und anderen Beziehungen zu spüren ist," bilden nur $^1/_{23}$ der Landesmasse auf der Erde. In ihren Lagerungsbeziehungen zu den Festländern unterscheidet man von ihnen continentale und pelagische Inseln. Unter den ersteren versteht man gewöhnlich alle diejenigen Inseln, welche in der Nähe von einem Continente lagern, denselben Landesbau (— namentlich in Beziehung auf den Verlauf und die Art der Gebirge —) und dieselbe geognostische Zusammensetzung (— und zwar nicht bloß in der Art ihres Baumateriales, sondern auch in der Verbindungsweise dieses letzteren —) besitzen, so daß man sie für losgerissene Stücke des ihnen nahe liegenden Festlandes halten muß. Stammen diese Inseln

von einer mehrfach durchbrochenen Halbinsel oder Landenge ab, so sind sie in der Regel lang gestreckt und liegen in der Richtung ihrer Längenaxe reihenweise und wie die Glieder einer Kette hintereinander, weshalb man sie auch *Inselketten* nennt. Sind sie aus dem Durchbruche einer Landesenge zwischen zwei Erdtheilen entstanden, dann bilden sie gewissermaßen die Verbindungsglieder zwischen diesen beiden Erdtheilen. Dieses ist z. B. der Fall bei den zwischen Asien und Australien befindlichen Sundainseln, vielleicht auch bei den Antillen, welche von der Halbinsel Yucatan aus in einem großen Bogen bis Südamerika ziehen, und bei den Aleuten, welche südlich vom Behringsmeer zwischen Asien und Amerika lagern. — Diesen eigentlichen Continentinseln gegenüber stehen die *pelagischen Inseln*, zu denen man alle diejenigen rechnet, welche in ihrer ganzen geognostischen Zusammensetzung und ebenso auch in ihrem Relief nichts mit einem etwa nahe liegenden Continente gemein haben. Zu ihnen gehören nun außer den am Gestade der Festländer hinziehenden Anschwemmungsinseln namentlich die fern von den Continenten im offenen Oceane lagernden Inseln. Indessen kann man von diesen letzteren je nach ihrer Entstehungsweise und ihrer Erhebung über dem Meeresspiegel wieder *hohe* und *niedere* Meeresinseln unterscheiden. Die *hohen* Inseln sind vorherrschend vulcanischer Natur und bestehen entweder aus einem kegelförmigen, häufig noch thätigen, Vulcanberge, um dessen, nach Außen meist sanft abfallenden, Abhange herum sich eine mehr oder minder breite Zone allmählich zum Meere hin abfallenden Landes befindet, oder aus einem hufeisen- oder auch ringförmigen Walle, welcher nichts weiter als ein theilweise eingestürzter und mit Meerwasser erfüllter Krater ist, wie auch nicht nur sein Bildungsmaterial und sein innenseits schroff und außenseits sanft abfallender Abhang, sondern auch der Umstand beweist, daß oft noch innerhalb des mit Wasser erfüllten Kraters neue Eruptionen und deren Bildungen auftreten. Viele der im griechischen Meere gelegenen Inseln, vor allen Santorin mit seinen neuen Vulcangebilden, gehören hierher. — Den hohen Inseln gegenüber stehen die *niedern*, welche sich stets nur wenige Fuß über den Meeresspiegel erheben und entweder aus den plateauförmigen Hochgipfeln eines untergesunkenen größeren Landesgebietes oder auch aus Anschwemmungen bestehen oder durch Korallenbauten entstanden sind und dann eine ringförmige Gestalt besitzen, wie früher da, wo von den Landbildungen der Korallen bauenden Polypen die Rede war, schon ausführlich mitgetheilt worden ist. §. 111.

Erklärungen:

1) Der Unterschied zwischen *continentalen* und *pelagischen* Inseln kann *nur* in Beziehung auf die *nähere* oder *entferntere* Lage dieser Inseln von Continenten aufrecht erhalten werden; denn es giebt gar manche Inseln, welche in der Nähe vom Gestade eines Continentes liegen und doch nicht in ihrem geognostischen Baue mit dem letzteren übereinstimmen und demnach auch nicht als losgetrennte Landesstücke von demselben betrachtet werden können. Dieses ist z. B. der Fall bei den durch Meeresanschwemmungen entstandenen niederen oder flachen Inseln, welche sich theils vor der Mündung

von Strömen, theils in der Nähe der Meeresufer oft reihenweiſe ausbreiten (ſ. §. 52), und ebenſo bei den durch vulcaniſche Eruptionen in der Nähe von Landesküſten entſtandenen, z. B. bei den lipariſchen Inſeln. — Für die wirklich continentalen, d. h. nicht nur durch ihre nahe Lage, ſondern auch durch ihre geognoſtiſche Zuſammenſetzung zu einem Continente gehörigen, Inſeln iſt daher nicht bloß die Aehnlichkeit oder auch Gleichheit in ihrem geognoſtiſchen Baue, ſondern auch der wenig tiefe, aus denſelben Ablagerungsmaſſen wie die benachbarten Inſeln und Feſtländer beſtehende, Grund des ſie beſpülenden Meeres und außerdem die Aehnlichkeit oder volle Gleichheit ihrer Pflanzen- und Thierwelt mit der des benachbarten Continentes charakteriſirend. Ganz beſonders tritt dieſes letzterwähnte Verhältniß bei der Inſelreihe zwiſchen Auſtralien und Aſien hervor, in welcher die Inſeln Borneo, Java und Sumatra in ihrer Organismenwelt dem benachbarten Aſien, dagegen Celebes, Neu-Guinea, Neu-Caledonien und Neu-Seeland in ihren Thier- und Pflanzenarten dem ihnen näher liegenden Auſtralien verwandt erſcheinen, — eine Erſcheinung, welche in Verbindung mit den, zwiſchen dieſen Inſeln und den nahe liegenden Feſtländern vorhandenen, verhältnißmäßig flachen Meeresſtraßen offenbar darauf hindeutet, daß die eben genannten Inſeln ehedem eine zuſammenhängende Landenge zwiſchen Aſien und Auſtralien gebildet haben. — Und ganz in ähnlicher Weiſe verhält ſich Sicilien zu Italien, England zu Frankreich, Helgoland zu Deutſchland, Seeland und Fünen einerſeits zu Jütland und andererſeits zu Skandinavien.

2) Je nach ihrer Entſtehungsweiſe kann man die Inſeln eintheilen:
   a. in hydrogene, welche hauptſächlich unter der Einwirkung des Waſſers entſtanden ſind,
      α. ſei es nun, daß die Meeresfluth eine Feſtlandsmaſſe, namentlich eine Halbinſel oder Landenge, durchbrach (— losgeriſſene Feſtlandsſtücke —);
      β. ſei es, daß die Meeresfluth auf ſeichtem Grunde Landbildungsmaterial aufhäufte (— angeſchwemmte Inſeln —);
   b. in pyrogene, welche durch Vulcaneruptionen aufgeſchüttet oder auch dadurch entſtanden ſind, daß in Folge von vulcaniſchen Erderſchütterungen größere Landesmaſſen ſo tief unter den Meeresſpiegel verſenkt wurden, daß nur noch ihre höchſten Berggipfel aus dem letzteren hervorragten (— vulcaniſche Inſeln —);
   c. in zoogene, welche vorzüglich durch die Bauten der Korallen-Polypen entſtanden ſind (— Koralleninſeln —).

§. 112. **Gliederung der Erdtheile.** — Wenn man von einem Erdtheile durch Linien alle die von ſeiner Hauptmaſſe ausgehenden Halbinſeln abſchneidet, ſo bildet das von dieſen Trennungslinien umſchloſſene Landesgebiet den Kern oder den Rumpf, die durch dieſe Linien abgeſchnittenen Halbinſeln aber die Glieder dieſes Rumpfes. Es erſcheint hiernach alſo ein Erdtheil um ſo gegliederter, je mehr er Halbinſeln beſitzt und je länger dieſe letzteren ſind oder mit anderen Worten: je mehr und je weiter das Meer von den

Küsten aus in das Innere der Gesammtmasse eines Erdtheiles eingedrungen §. 112
ist und je zahlreicher und länger die von ihm an einer und derselben Küste ausgenagten Meeresbusen sind.

Diejenigen Linien, durch welche die Halbinseln von dem Kernlande eines Erdtheiles abgeschnitten werden, nennt man die Gliederungslinien; dagegen bilden diejenigen Linien, welche von irgend einem Punkte der Rumpfküste aus alle Meerbusen und Halbinseln eines Erdtheiles umsäumen, die Küstenlinien oder Küstenlänge dieses Erdtheiles. Je länger diese letztere im Verhältnisse zum Flächenraume eines Erdtheiles ist, um so größer ist seine Gliederung.

Alles dieses vorausgesetzt, stellt sich nun die Gliederung der einzelnen Erdtheile in folgender Weise dar:

1) Europa besitzt einen dreieckigen Rumpf, welchen man erhält, wenn man eine Linie zunächst vom innersten Winkel des Karischen Busens (im Norden von Rußland) südwestwärts bis zum innersten Winkel des Biskayischen Busens (Bayonne), sodann von da aus ostwärts bis zur Mündung des Don im Asowschen Meere und endlich von da aus wieder nördlich bis zum Karischen Busen zieht. An der nordwestlichen dieser drei Gliederungslinien liegen dann die Halbinseln Kanin, Kola, Skandinavien, Jütland, Nordholland, Normandie und Bretagne; an der südlichen Gliederungslinie aber die pyrenäische, italische, istrische, türkisch-griechische und taurische Halbinsel, während die östliche Gliederungslinie Europa von Asien oder auch die ganze Halbinsel Europa von ihrem asiatischen Kernlande scheidet. Da nun das dreieckige Rumpfland Europas etwa 75,000 Quadratmeilen, die Gesammtmasse seiner ihm anhängenden Halbinseln aber 85,000 Quadratmeilen umfaßt, so beträgt die Größe seiner Glieder weit mehr als der Rumpf selbst; und da ferner die Küstenlänge dieses Erdtheiles 4300 Meilen beträgt, während seine Gesammtmasse, mit Ausschluß der ihm zugehörigen Inseln, 160,000 Quadratmeilen umfaßt, so daß im Durchschnitte 1 Meile Strand auf 37 Quadratmeilen kommt, so ist Europa sehr stark, ja stärker als irgend ein anderer Erdtheil gegliedert. Am stärksten tritt diese Gliederung an der Südwest- und Südseite des europäischen Rumpfes hervor, wo die Küstenlänge über 1700 Meilen beträgt.

2) Asien besitzt einen weit größeren, trapezoidalen Rumpf, welchen man erhält, wenn man an der Nordseite dieses Erdtheiles vom Karischen Busen aus nach Osten hin bis zum Cap Schelagskoj, dann an der Ostseite südwärts von diesem Cap bis zum Busen von Tonkin, weiter an der Südseite von diesem Busen aus westwärts bis zur Landenge von Suez und endlich von dieser aus an der Westseite Asiens wieder nordwärts zum Karischen Busen eine Linie zieht. An der nördlichen Gliederungslinie liegen alsdann nur kleine Halbinseln, welche meist als Cape in das nördliche Eismeer hineinragen; an der östlichen Gliederungslinie dagegen

§. 112. treten schon bedeutende Halbinseln hervor, so die Tschuktschen-Halbinsel, Kamtschatka, Korea und der große Landesvorsprung der Mandschurei und Chinas. Die größten Halbinseln aber treten an der südlichen Gliederungslinie hervor; denn an ihr liegen die mächtigen Halbinseln Hinterindien mit Malaka, Vorderindien und Arabien. Dagegen lagert an der westlichen Gliederungslinie nur die Halbinsel Kleinasien und dann Europa mit seiner massigsten Landentwickelung. Da nun das Kernland Asiens etwa 655,000 Quadratmeilen Flächeninhalt, die Gesammtmasse seiner Halbinseln aber 155,000 Quadratmeilen umfaßt, so besitzt der Rumpf dieses Erdtheiles viermal so viel Fläche als die Summe seiner Glieder; und da ferner der Küstenumfang Asiens 7700 Meilen beträgt, so kommen auf 1 Meile Strand 105 Quadratmeilen Land. Asien ist demnach bei weitem nicht so stark gegliedert und hat einen massenreicheren Rumpf, als Europa.

3) Afrika und Australien erscheinen aber noch weit weniger gegliedert; ja Afrika ist geradezu ein Rumpf ohne Glieder, welcher ein vollständiges Eirund bilden würde, wenn nicht der Busen von Guinea einen großen Ausschnitt an seiner Westküste bildete. Australien indessen wird an der Nordseite durch den tief in seine Landesmasse eindringenden Golf von Carpentaria in der Weise getheilt, daß sein nördliches Landesgebiet in zwei Halbinseln zerfällt; und an seiner Südseite abermals durch den Australbusen und den Spencergolf in zwei Halbinseln zertheilt.

Afrika hat einen Flächeninhalt von 543,570 Quadratmeilen und eine Küstenlänge von 3500 Meilen, so daß auf je 152 Quadratmeilen Landes 1 Meile Strand kommt. Australien aber besitzt ohne die dazu gehörigen Inseln etwa 138,000 Quadratmeilen Fläche und eine Küstenlänge von 1900 Meilen, so daß auf 1 Meile Strand etwa 73 Quadratmeilen Land kommt.

4) Amerika besteht eigentlich aus zwei Erdtheilen, welche durch die, kaum 6 Meilen breite, Landenge von Panama mit einander verwachsen erscheinen. Der nördliche dieser beiden Continente umfaßt das, 342,000 Quadratmeilen Flächenraum und etwa 6100 Meilen Küstenlänge besitzende, Nordamerika, bei welchem sich der Flächeninhalt des Landes zur Küstenentwickelung wie 56 : 1 verhält. Sein Rumpf bildet ein Trapezoid, an dessen nördlicher, gewaltig zerrissener, Küste namentlich die Halbinseln Alaschka mit dem russischen Nordamerika und Labrador hervortreten, während an seiner östlichen Küste die Halbinseln Neu-Braunschweig und Neu-Schottland, dann an der südlichen Küste die Halbinsel Florida und das halbinselförmige, aber mit Südamerika verwachsene Centralamerika (Mexiko mit Yucatan und Guatemala) und endlich an der Westseite die Halbinsel Californien namentlich erwähnenswerth sind. —

Während ſo Nordamerika, namentlich an ſeiner Oſt- und Südküſte, ziemlich ſtark gegliedert erſcheint, bildet der zweite amerikaniſche Erdtheil, nemlich Südamerika, ähnlich Auſtralien und Afrika, einen faſt gliederloſen, langgeſtreckt dreieckigen, Rumpf, welcher ſich ſelbſt nach ſeiner Südſpitze hin zu der langgezogenen Halbinſel Patagonien ausreckt, ſonſt aber weiter keine bemerkenswerthe Halbinſel zeigt. Der Flächeninhalt dieſes Continentes beträgt 321,000 Quadratmeilen, die Küſtenlänge aber 3400 Meilen, ſo daß ſich die Größe des Landes zur Länge der Küſte wie 94 : 1 verhält.

Aus allem eben Mitgetheilten ergeben ſich im Allgemeinen folgende Reſultate:

1) Die nördlich vom Aequator gelegenen Erdtheile Europa, Aſia und Nordamerika ſind deutlich und zum Theil ſehr ſtark gegliedert; die ſüdlich vom Aequator gelegenen Continente aber zeigen zwar keine wahre Gliederung, verſchmälern ſich aber ſelbſt mit ihrer ganzen Rumpfmaſſe nach Süden zu in eine Halbinſel, welche indeſſen bei Auſtralia durch eine Meeresſtraße zur Inſel geworden iſt.

2) Die meiſten und größten Halbinſeln zeigen die drei nördlichen Erdtheile an der Südſeite ihres Rumpflandes, nemlich an Europa: die pyrenäiſche, italiſche und griechiſch-türkiſche Halbinſel; an Aſien: Arabien, Vorderindien und Hinterindien; an Nordamerika: Californien, Mexiko mit Yucatan, Florida.

3) Unter dieſen Halbinſeln entſprechen ſich in:

Europa.	Aſia.	Nordamerika.
1) die pyrenäiſche Halbinſel, welche durch die Straße von Gibraltar von Afrika losgetrennt erſcheint;	Arabien, welches durch die Straße von Ormuz von Afrika getrennt erſcheint;	Californien, welches der Buſen von Californien vom Kernland trennt;
2) Italien, welches an ſeiner Weſtſpitze die losgetrennte Inſel Sicilien zeigt;	Vorderindien, welches öſtlich von ſeiner Spitze die losgetrennte Inſel Ceylon beſitzt;	Mexiko ꝛc., welches an ſeiner ſüdlichen Spitze noch mit Südamerika zuſammenhängt;
3) Griechiſche Halbinſel, welche ſüdlich durch die Halbinſel Morea und die Inſelreihe Cerigo, Candia und Cypern öſtlich nach Aſien zieht.	Hinterindien, welches ſüdlich durch Malacka und die Sundainſeln oſtwärts nach Auſtralien zieht.	Yucatan, welches durch die Antillen zuerſt oſt- und dann ſüdwärts nach Südamerika zieht.

Oberflächen-Geſtaltung des Landes. — Wenn man die Oberfläche des Oceans als die Grundfläche oder Baſis annimmt, über welche alles Land hervortritt, ſo erhält man hierdurch den Maßſtab, mittelſt deſſen man einerſeits die Höhenverhältniſſe nicht nur ganzer Landescomplexe, §. 113.

§. 113. sondern auch einzelner Theile dieser Complexe, und andererseits auch die Verhältnisse und Arten der Oberflächen-Gestaltung allen Landes bestimmen kann.

1) Man kann indessen für die Bestimmung der Höhenverhältnisse eines Landes einen doppelten Maßstab annehmen: Mißt man die Höhe eines Landes von dem Meeresspiegel aus, indem man diesen = 0 setzt und dann die Höhe des Landes als eine auf dem Meeresspiegel stehende Senkrechte betrachtet, so erhält man die absolute Höhe des gemessenen Landes; mißt man aber die Höhe eines Landesgebietes über seine nächste Umgebung, so erhält man seine relative Höhe.

2) Was nun die absolute Höhe der Festländer über dem Meeresspiegel betrifft, so hat Alex. v. Humboldt gefunden, daß die mittlere Höhe aller Continente im Allgemeinen 947 Pariser Fuß und im Besonderen

Europas	630	Par. Fuß,
Nordamerikas	702	„ „
Südamerikas	1062	„ „
Asiens	1080	„ „

beträgt. — Afrikas und Australiens Höhen-Verhältnisse konnten zur Zeit v. Humboldts wegen Unkenntniß ihrer inneren Landesgebiete noch nicht bestimmt werden. Nimmt man aber mit Hochstetter an, daß Afrika mit Asia und Australia mit Europa gleiche mittlere Höhe hat, so würde dann die mittlere Höhe aller Continente 345 Meter oder 1062 Par. Fuß betragen.

Je nach ihrer verschieden großen Erhebung über dem Meeresspiegel bilden nun die einzelnen Festlandsgebiete theils Tiefländer, theils Hochländer. Unter den ersteren versteht man dann alle Landesgebiete, deren Masse zwar in gleicher Höhe mit dem Meeresspiegel beginnt, aber landeinwärts allmählich bis zu 1000 Fuß Höhe ansteigen kann; zu den Hochländern dagegen rechnet man alle Landesgebiete, welche über 1000 Fuß Meereshöhe besitzen.

1) Die Tiefländer oder Niederungen beginnen in der Regel am Meere und ziehen allmählich in das Becken des letzteren hinein, so daß sie an ihrer Grenze von den Wellen des Meeres nicht nur beleckt, sondern auch mehr oder weniger weit überschwemmt und theils mit dem Landesschutte des Oceans bedeckt, theils aber auch ihrer Bodentheile so beraubt werden können, daß sie zuletzt niedriger als das sie bespülende Meer werden und in demselben untertauchen. Es giebt aber auch Tiefländer im Innern der Festländer, so z. B. in Europa das 60 Meilen lange und 40 Meilen breite, Ungarische und das 36 Meilen lange und 5—6 Meilen breite Oberrheinische Tiefland. — Indessen auch die am Seestrande liegenden Tieflander ziehen meist weit in das Innere der Continente hinein, wie man an den germanischen und sarmatischen Tiefländern, an der Potiefebene oder auch an dem Mississippi- und Ganges-Tieflande bemerken kann — Ihrer Oberflächen-Beschaffenheit nach erscheinen die Tiefländer nur selten als wirkliche und wagerechte Ebenen; in

der Regel ſind ſie mit Unebenheiten mancher Art, ſo mit alten oder jungen Dünenhügelreihen, mit langgeſtreckten, ſanft und flach gewölbten, breiten und von Flüſſen quer durchbrochenen Landesrücken, von einzeln oder gruppenweiſe hervortretenden, niederen und abgerundeten Hügelbergen u. ſ. w., beſetzt, nicht ſelten haben ſie auch eine mulden- oder beckenförmige, ringsum von Bergen umſchloſſene, Oberfläche, ſo namentlich die Binnenlands-Tiefländer; bisweilen trägt dieſe letzte Art von Tiefländern ſogar den Charakter von großartigen Erdfällen oder Einſenkungen, ſo das zwiſchen dem See Tiberias und dem Todten Meere liegende Jordanthal, deſſen Grund und Boden ſogar mehrere 100 Meter unter dem Spiegel des Mittelmeeres liegt. — Ihrem Bildungsmateriale nach ſind endlich die Tiefländer zu betrachten als Erzeugniſſe des Waſſers; denn ſie beſtehen in ihrer Geſammtmaſſe aus abwechſelnden Ablagerungen von Sand, Thon, Lehm, Mergel oder Kalktuff, alſo aus lauter Anſchlämmungsproducten, zu denen dann noch hie und da Gyps und Steinſalz, ſei es in Neſtern oder kleinen Lagern, ſei es als Ueberzüge auf der Bodenoberfläche und endlich auch noch zahlreiche, oft tiefe und weit ausgedehnte Torfablagerungen kommen. Außerdem aber bemerkt man in dem Gebiete der Tiefländer gewiſſermaßen als Inſeln noch Bergmaſſen, welche aus feſtem Geſteine beſtehen. Dieſe Felsinſeln ſind entweder Vulcanmaſſen, welche das Tiefland durchdrungen haben, oder die Hochgipfel von in die Tiefe des Meeres verſunkenen und ſpäter von den Schuttmaſſen des Meeres überlagerten Landesgebieten. Dieſes Letztere möchte hauptſächlich dann der Fall ſein, wenn die aus der Oberfläche des Tieflandes hervortretenden Berginſeln aus Ablagerungsmaſſen alter Formationen beſtehen. §. 113.

2) Die Hochländer, zu denen nach dem Obigen alle Landesgebiete gehören, deren abſolute Höhe mehr als 1000 Fuß beträgt, ſtehen in mannichfacher Verbindung mit den Tiefländern. In der Regel bilden dieſe letzteren eine vom Meeresſtrande landeinwärts anſteigende ſchiefe Ebene, welche zuletzt da, wo ſie ſich dem gebirgigen Binnenlande nähert, ein wellenförmig oder ſtufenweiſe auf- und abſteigendes Hügel- oder Bergland (— Wellen- und Stufen- oder Terraſſenland —) darſtellt. Dieſe Wellen- und Stufenbergländer erreichen indeſſen nicht ſelten eine ſolche Höhe, daß man ſie ſchon zu den Hochländern ſelbſt rechnen muß und zeigen ſich auch nicht bloß als Uebergangsgebiete vom Tieflande zum Hochlande, ſondern auch als mächtige, weit ausgedehnte Landesgebiete zwiſchen je zwei oder mehreren Gebirgen; ja die eigentlichen Hochebenen fallen oft da, wo ſie ſich am Fuße eines Hochgebirges ausbreiten, in mehreren breiten Stufen ab. Die zwiſchen Gebirgen ſich ausbreitenden Bergländer ſind in der Regel durch ein breites Thal von den ſie umgebenden Gebirgen getrennt und erheben ſich nun auf der vom Gebirge abgewendeten Seite dieſes Thales als eine gewaltige Landesanſchwellung, welche auf ihrem maſſigen, weit ausgedehnten Rücken ein wellen- oder ſtufenförmig auf- und abſteigendes Plateau beſitzt,

§. 113. dessen einzelne Wellen- oder Stufenzüge gewöhnlich unter sich und mit den angrenzenden Gebirgen parallel ziehen. Besteht ein solches Bergland vorherrschend aus Sandstein-, Mergel- und Schieferthonablagerungen, so bildet es gewöhnlich ein wellenförmiges Bergland, welches aus abwechselnden, sanft ansteigenden, mit breitem, ebenfalls sanft gewölbtem Rückenplateau versehenen, Bergzügen und zwischen ihnen liegenden, breiten, sanft concaven, Thälern besteht, wie man unter anderen in Franken und im Hessenlande bemerken kann; herrschen aber in einem solchen Berglande auf einer Sandstein-Unterlage Kalksteinablagerungen vor, dann erheben sich von seinen beiderseitigen Grenzthälern aus auf einer sanft ansteigenden Grundterrasse schroff abfallende, dach- oder wallförmige, Bergzüge, welche auf ihrem Rücken ein weites ausgedehntes, gewöhnlich concaves Plateau tragen, aber auf der entgegengesetzten Seite desselben wieder mehr oder weniger steil zu einem Thale absinken, um jenseits desselben sich wieder wallförmig zu erheben. Durch dieses, sich in mehreren parallelen Reihen wiederholende, pralle Ansteigen und Abfallen der Landesanschwellung entsteht ein Stufen- oder Terrassenland, wie es sich z. B. sehr ausgebildet zwischen dem Harze und Thüringerwalde ausbreitet.

Außer diesen Wellen- und Stufenbergländern gehören nun noch zu den Hochländern die Hochebenen und Gebirge. — Die Hochebenen, welche wenigstens eine Meereshöhe von 350 bis 400 Meter haben, sind in ihrer Oberflächengestaltung den Tiefebenen ähnlich und bald wagerecht ausgebreitete, bald schief geneigte oder sanft gewölbte, bald auch schwach wellenförmige Landesgebiete und lagern theils auf oder zwischen Gebirgen, theils auch am Fuße der letzteren. Je nach ihren Bildungsmassen und ihrem Auftreten nun unterscheidet man unter ihnen wieder eigentliche Hochebenen, welche ringsum von höheren Gebirgen umschlossen und ihren Bestandesmassen nach aus ehemaligen Süß- oder Salzwasserseen entstanden sind, — und Plateaus oder Tafelländer, deren Grund und Boden aus stark gehobenen, aber wagerecht abgelagerten Gesteinsschichten besteht und oft in breiten Stufen abfällt, und welche sich nicht bloß auf dem Rücken massiger Gebirgszüge (z. B. auf den Kalkalpen, am Karst, im Elbsandsteingebirge, im schwäbischen und fränkischen Jura) befinden, sondern auch gleich vom Meeresstrande aus sich prall erheben (z. B. am Vorgebirge der guten Hoffnung) und dann oft in mehreren Stufen ansteigen. In der Regel bestehen diese Tafelländer (Tafelberge oder Staffelsteine) aus geschichteten Gebirgsarten, wie man z. B. recht deutlich an den Tafelbergen im fränkischen oder Eichstädter Jura bemerkt; indessen können auch ungeschichtete Felsarten, z. B. Granit oder noch mehr Basalt, Tafelländer bilden, wie es im großartigen Maßstabe in dem 2000 bis 2400 Fuß hohen, basaltischen Tafellande von Dekan, welches an seiner Westseite wahre Treppen-Stufen bildet, aber auch auf dem Meißner in Hessen deutlich hervortritt. Bisweilen erscheinen auch diese Plateaus mit isolirt sich erhebenden, oft regelmäßig glocken- oder

kegelförmigen, Bergkuppen beſetzt, wodurch ſie das Anſehen von Gebirgen erhalten. Dieſes iſt z. B. der Fall bei der Rhön, welche eigentlich gar kein Gebirge, ſondern ein, an ſeinen Rändern vielfach eingeſchnittenes, Buntſandſtein-Plateau iſt, auf welchem ſich zahlreiche, nicht unter einander verbundene, Baſalt-, Phonolith- und Trachytkuppen erheben.

Fortſetzung. — Hügel, Berg und Gebirge. — Die, aus einer Landesfläche hervortretenden und ſich durch ihre Höhe ſchon in der Ferne bemerkbar machenden, Unebenheiten haben in ihren Formungen entweder mit Falten, Runzeln und Wellen oder mit Warzen und Auswüchſen Aehnlichkeit. §. 114.

a. Die falten- oder wellenförmigen Unebenheiten breiten ſich ſtark in die Länge aus und erheben ſich aus ihrer Umgebung theils in einer einzelnen Reihe, theils in mehreren, gewöhnlich parallel neben einander hinziehenden Reihen. Je nach ihren Beſtandesmaſſen und ihrer Erhebungsgröße hat man von ihnen mehrere Arten zu unterſcheiden:

1) Landesfaltungen, welche aus denſelben Bildungsmaſſen wie das ſie umgebende Landesgebiet beſtehen, und zwar

α. aus loſem Gebirgsſchutte, namentlich aus Sand und Erdboden. Sie erheben ſich aus ihrer Umgebung mit ganz allmählichem Anſteigen und haben gewöhnlich einen breiten Rücken. Sie bilden die Landesanſchwellungen oder Landesſchwellen und zeigen ſich hauptſächlich im Gebiete des Schwemmlandes, namentlich der Tiefländer;

β. aus feſten, zuſammenhängenden, Geſteinsmaſſen. Sie erheben ſich aus dem ſie umgebenden Lande in langen, verhältnißmäßig ſchmalrückigen Dach-, Wall- oder Wellenbergen, welche entweder an beiden Gehängen ſanft abfallen oder an einem Gehänge ſanft und am anderen ſteil anſteigen. Sie bilden eigentliche Landesfalten oder gefaltetes Land, wie man es z. B. am Schweizer Jura im großartigen Maßſtabe ſehen kann, und tragen ſchon gewöhnlich den Charakter der Gebirge an ſich.

2) Landesfaltungen, welche aus anderen Bildungsmaſſen, wie das ſie umgebende Landesgebiet, beſtehen. Zu ihnen gehören alle Längengebirge, wie ſie weiter unten noch näher betrachtet werden ſollen.

b. Die warzen-, kuppen- oder kegelförmigen Unebenheiten breiten ſich nicht nur in die Länge, ſondern auch in die Breite — und zwar in dieſe letztere oft ebenſo ſtark wie in die Länge — aus. Je nach ihrem Bildungsmateriale und ihrer Ausdehnung ſind von ihnen Hügel und Berge zu unterſcheiden.

1) Die Hügel ſind Erhöhungen von nur geringer, nie 1000 Fuß erreichender, relativer Höhe und meiſt auch von geringem Umfange. Sie haben meiſtens ſanft anſteigende Gehänge und bilden gewöhnlich abgerundete Kuppen oder breit abgeſtumpfte Kegel.

§. 111 bald erheben sie sich isolirt aus ihrer Umgebung, bald bilden sie das Ende eines wallförmigen Bergzuges, bald auch liegen sie gruppenweise um einander herum, so daß sie eine Art Gebirge bilden würden, wenn sie unter einander zusammenhingen. In dieser letzten Weise finden sie sich hauptsächlich in den Tiefländern und sind dann, wie im vorigen Paragraph schon erwähnt worden ist, theils vulcanischer Natur (z. B. die Euganeen in der Poebene), theils Ueberreste von alten Landesgebieten, welche das Meer zerstört oder verschlungen hat.

2) Die Berge sind isolirt und scharf umgrenzt aus ihrer Umgebung hervortretende Erdrindemassen von wenigstens 1000 Fuß relativer Höhe und verschiedener, vorherrschend jedoch wall-, kuppen-, kegel-, pyramiden-, horn- oder zinkenförmiger, Gestalt. Sie treten ebenso in den Tiefländern, wie auf den Hochebenen hervor und auf dem Rücken der Gebirgsketten bilden sie die Hoch- und Grenzgipfel. Außerdem aber findet man sie auch gruppenweise um einander herumliegend (Gruppenberge) und dann einem Gebirge ähnlich, oder in Reihen hinter einander (Bergketten), so daß sie einer Gebirgskette gleichen, von welcher sie sich indessen dadurch unterscheiden, daß ihre einzelnen Individuen an ihrem Fuße nicht in Eins verfließen.

c. Die Gebirge. — Denkt man sich eine aus festem Gesteine bestehende und so massenhaft entwickelte Erdrindenfaltung, daß ihre Ausdehnung in der Horizontalen wenigstens 5 Meilen und in der Höhe wenigstens 500 Meter beträgt, so hat man das Bild eines Gebirges. — Bei der Charakterstellung dieses letzteren hat man also dreierlei ins Auge zu fassen:

1) Ein Gebirge besteht nicht aus einzelnen, unter einander verwachsenen, Bergen, sondern aus einer einzigen, compacten Erdrindenfalte oder Erdrindenauftreibung, welche zwar durch mannichfaltige Einsenkungen, Zerberstungen oder Auswaschungen von ihrem Rücken aus sowohl ihrer Länge wie ihrer Quere nach zergliedert sein kann, aber doch nicht so tief eingeschnitten ist, daß ihre einzelnen Glieder durch breite Thäler vollständig von einander getrennt erscheinen, demgemäß also die Sohle dieser letzteren noch aus denselben Gesteinsmassen oder Formationen besteht, welche auch das Bildungsmaterial der sie umgebenden Gebirgsmasse abgeben.

2) Die Massenentwickelung eines Gebirges ist sowohl nach seiner horizontalen Ausbreitung wie nach seiner senkrechten Erhebung weit bedeutender als die einer Bergmasse oder auch einer Berggruppe. Im Allgemeinen darf daher wohl das oben angegebene Maß als die geringste Entwickelungsgröße angenommen werden.

3) Der Rücken eines Gebirges bildet in der Regel die Grenze oder Wasserscheide von verschiedenen Fluß- und Stromgebieten und zwar dadurch, daß sämmtliche an einer und derselben Rücken-

ſeite eines Gebirges entſpringenden Fließwaſſer auch einem und §. 114.
demſelben Hauptfluſſe oder Strome zufließen.

Je nach ihrer Entſtehungsweiſe kann man nun zweierlei Gebirge annehmen. Die Einen von ihnen entſtanden muthmaßlich dadurch, daß bei dem Erſtarrungsproceſſe der Erdrinde die Maſſe dieſer letzten, wie jede austrocknende Maſſe, ſich zuſammenzog und in Folge davon in einzelne mächtige Schollen oder Scherben zerſprang, welche nun durch das Nachdrängen der unter ihnen befindlichen noch im dünnen Schmelze befindlichen Erdmaſſen und Dämpfe ſtark in die Höhe gehoben, blaſen- oder wellenförmig aufgetrieben und mannichfach über einander gedrückt und geſchoben wurden; — die Anderen dagegen wurden dadurch erzeugt, daß durch die Spalten, welche zwiſchen den eben erwähnten Erſtarrungsſchollen der oberſten Erdkruſte entſtanden, noch im Schmelze befindliche Maſſen des Erdinnern durch der Dämpfe Gewalt in die Höhe gequetſcht wurden. Jene erſten, aus den Erſtarrungsſchollen der Erdrinde ſelbſt entſtandenen, Gebirge haben eine maſſige, blaſen- oder eiförmige, in ihren Längen-, wie Breitendimenſionen ziemlich gleich ſtark entwickelte, breitrückige, Geſtalt, weshalb man ſie auch maſſige Gebirge (Plateau- oder Maſſengebirge) genannt hat; die zweiten aber, welche durch Empordrängung von Schmelzmaſſen aus den Erſtarrungsmaſſen entſtanden ſind, haben eine ſtark in die Länge gezogene, falten-, dach- oder wallförmige, ſchmalrückige Geſtalt, weshalb man ſie auch Längen-, Rücken- oder Kettengebirge genannt hat. — Beide Arten von Gebirgen haben indeſſen im Verlaufe der weiteren Erdrinde-Entwickelung theils durch immer von Neuem wieder nachdrängende Schmelze, theils durch weitere Spaltenbildungen, theils durch Erderſchütterungen, theils auch durch das Nagen der Atmoſphärilien und des Waſſers ſoviel Veränderungen erlitten, daß ihre gegenwärtigen Formen oft kaum noch ihre urſprüngliche einfachere Geſtaltung erkennen laſſen.

Schon während und nach der vollen Erſtarrung ſeiner Bildungsmaſſen traten bei jeder dieſer beiden Arten von Gebirgen folgende Veränderungen ein:

a. auf dem Rücken derſelben

1) durch theilweiſe Einſinkung des Rückens entſtanden becken-, mulden- und wellenförmige Vertiefungen (Sättel und Joche), ebenſo wie durch theilweiſe Auftreibung deſſelben halbkugel-, ei- und kegelförmige Erhöhungen erzeugt wurden;
2) durch die Entſtehung von Querſpalten wurden auf dem Rücken namentlich der ſchmalen Längsgebirge Scharten und Thore hervorgerufen;
3) durch Längsſpalten oder Längseinſinkungen wurden einfache breite Rücken oder Plateaus in zwei oder mehrere, meiſt parallele, Rücken- oder Kettengebirge zertheilt.
4) Ebenſo wurden durch neue Schmelzmaſſen, welche den Rücken da und dort in die Höhe trieben oder auch durchbrachen

oder ſich durch die Erſtarrungsſpalten emporbrängten, theils die Hochgipfel auf den Gebirgen, theils Gebirgsketten, welche nun auf dem Hochplateau namentlich der maſſigen Gebirge, wie aufgeſetzt, nach verſchiedenen Richtungen hin hervortraten, erzeugt.

b. Und während in dieſer Weiſe der Rücken der Gebirge verändert wurde, erlitten auch die Gehänge derſelben mannichfache Geſtaltsumwandlungen. Vor allen waren es wieder theilweiſe Einſinkungen oder Faltungen und Spaltungen, welche ihre Bildungsmaſſen theils ſchon bei ihrem Emporſteigen, theils erſt bei ihrer Erſtarrung erlitten, und welche dann ſpäter durch den Einfluß des Waſſers erweitert, vertieft und zu Schluchten und Thälern mancher Art ausgenagt wurden, wie früher ſchon bei der Beſchreibung der Eroſionsgebilde erwähnt worden iſt. Bei den Längsgebirgen entſtanden in dieſer Weiſe an den Seitengehängen abwechſelnd Nebenrücken und Nebenthäler, welche gewöhnlich ſenkrecht von der Längenaxe des Hauptrückens und zwar ſo abgehen, daß dem Nebenrücken des einen Abhanges ein Nebenthal des anderen Abhanges gegenüber liegt. Bisweilen aber zeigt ſich außer dieſer ſogenannten transverſalen Gliederung bei Längengebirgen auch noch eine Nebenrücken- und Nebenthalbildung, welche aus einer Spaltung des einen oder anderen Endes des Hauptrückens hervorgeht, ſo daß der letztere an der Spitze ſeiner Längenaxe in zwei oder mehrere Nebenrücken ſtrahlig zerſpalten erſcheint (divergente Gliederung). Bei den maſſigen Gebirgen aber, deren Hauptkörper einen mehr rundlichen Umfang hat, wurden durch die Zerſpaltung ihrer Abhänge ſtrahlig verlaufende Nebenrücken und Nebenthäler hervorgerufen (radiale Gliederung).

Aber auch nach ihrer vollſtändigen Entwickelung erlitten die Gebirge noch dadurch Veränderungen, daß die erdbedeckenden Fluthen des Oceans theils von den Gehängen derſelben Maſſen abnagten und abſpülten, theils um dem Fuße derſelben neue Erdrindemaſſen ablagerten, welche dann bei ihrer Erſtarrung oder ſpäteren Erhebung wieder dieſelben Veränderungen erlitten, wie die früher entſtandenen Gebirge. In dieſem Falle ragen dann die zuerſt gebildeten Gebirgsmaſſen aus den ſpäter entſtandenen ähnlich den Durchbruchs- oder aufgeſetzten Gebirgsketten hervor. Dieſes iſt z. B. der Fall auf dem Harze, wo die granitiſchen Bergkettengruppen des Auer-, Ram- und Brockenberges ſcheinbar auf dem Grauwacken-Maſſegebirge ſitzen, oder im Oberengadin, wo der Gneiß-Granitſtock des Bernina dem Grauwacke-, Kohlen- und Zechſteinplateau der Engadiner Alpen aufgeſetzt erſcheint.

Nach allem eben Mitgetheilten laſſen ſich nun im Allgemeinen die Gebirge nach ihren Formungs- und Gliederungs-Verhältniſſen in folgender Weiſe eintheilen:

I. in Kamm- (Ketten-, Zonen- oder Längs-) Gebirge, welche §. 114.
vorherrſchend nach einer beſtimmten Längenaxe ausgezogene Wälle oder Rücken bilden, von deren Seitengehängen transverſale Nebenrücken und Nebenthäler, aber nur ſelten vollſtändig den Rücken durchſchneidende Querthäler ausgehen. Von ihnen ſind indeſſen nach ihrer weiteren Zuſammenſetzung zu unterſcheiden:

a. Einfache Kammgebirge, welche nur aus einer einzigen, oft weit ausgeſtreckten, Längenkette beſtehen, höchſtens nur an einem Ende ihrer Längenaxe in divergirende Nebenketten getheilt erſcheinen und vorherrſchend aus Gliedern der Urſchieferformation, namentlich aus Gneiß und Glimmerſchiefer, beſtehen, aber oft aus Gliedern jüngerer Formationen beſtehende Vorgebirge beſitzen, welche entweder ſich dem Ende der Gebirgsaxe anſchließen und ſo die eigentliche Gebirgskette verlängern oder unmittelbar längs den Rändern der beiden Gebirgsabhänge hin Vorgebirgswälle bilden (z. B. an dem Thüringerwalde, wo die Glieder des Rothliegenden und des Zechſteins die Vorgebirge bilden). — Unter dieſen einfachen Kammgebirgen giebt es jedoch wieder zweierlei, nemlich:

1) Rücken- oder Tafel-Kammgebirge, deren Kammfirſte zu einer ſchmäleren oder breiteren, oft faſt horizontalen, Hochfläche ausgebreitet iſt, von deren Rändern erſt die beiden Gebirgsabhänge ausgehen, z. B. der Thüringerwald.

2) Rückenloſe Kammgebirge, an welchen der eine Abhang gewöhnlich ſteil anſteigt und dann längs ſeiner ganzen Firſte in der Weiſe umknickt, daß der andere Abhang ſelbſt unmittelbar von der Firſte an in einer ganz ſanft geneigten Fläche zum Vorlande abfällt. Dieſe Art von Kammgebirgen, an welcher die Nebenthäler des einen Abhanges ſehr kurz und ſteil, die des anderen Abhanges aber ſehr lang und allmählich in den Hauptrücken eindringen, bilden eine Art Uebergang zu den maſſigen Gebirgen, indem ihr Längendurchmeſſer nicht viel größer iſt als ihr Querdurchmeſſer. Zu ihnen gehören z. B. der Schwarzwald, das Erzgebirge, der Böhmerwald und das Rieſengebirge (vgl. hierzu auch das unter II. a. Mitgetheilte).

b. Zuſammengeſetzte Kammgebirge, welche aus zwei oder mehreren, parallel neben einander hinziehenden, Gebirgsketten beſtehen, welche durch Längenthäler von einander getrennt, nicht ſelten aber auch durch einzelne, quer zwiſchen ihnen lagernde, Ketten (Riegel) ſtellenweiſe unter einander verbunden erſcheinen, und unter denen in der Regel eine Hauptkette (Centralkette) höher iſt als die übrigen (Vor-

§. 114.

ketten) und gewöhnlich die höchsten Gipfel trägt. In ihnen kommen zwar alle Arten von Thälern vor, jedoch erscheinen gewöhnlich die, eine Kette bis zu ihrer Basis durchschneidenden, Querthäler nicht in der Masse der Central-, sondern der Vorketten. So ist es wenigstens im Gebiete der deutschen Alpen, soweit dieselben hierher gehören. — Ihre Centralkette besteht vorherrschend aus den Gliedern der Urschieferformationen; ihre Vorketten dagegen sind, wenigstens in Europa und Asien, aus den Massen der jüngeren Kalk- und Sandsteinformationen zusammengesetzt. Zu ihnen gehören die längsten und höchsten Gebirge der Erde, so in Europa die Pyrenäen, die Alpen (zum Theil), der Kaukasus; in Asien der Himalaya und Küenlün; in Amerika die Gesammtmasse der Cordilleren, vor allen die südamerikanischen Andes und das Felsengebirge Nordamerikas.

II. in Plateau- oder Massengebirge: Aufgetriebenen und auf ihrer Oberfläche platt- oder eingedrückten Landesblasen ähnliche Gebirgsmassen, welche auf ihrer Höhe ein mehr oder weniger entwickeltes Plateau zeigen und deren Längen- und Breitendurchmesser sich nahe stehen oder fast gleichkommen. In ihre, theils aus Gliedern der Grauwacke, theils aus jüngeren Kalk- und Sandsteinen bestehende, Hauptmasse schneiden vom Fuße ihrer Gehänge radial ziehende, tiefe, gewöhnlich zickzackig gewundene Nebenthäler ein, welche nach ihrem Hintergrunde zu dem Plateau aufsteigen; Quer- und Längenthäler dagegen sind sehr seltene Erscheinungen in ihrer Masse. — Je nach ihrer weiteren Entwickelung aber sind von ihnen wieder zu unterscheiden:

a. Einfache Plateaugebirge (Tafelgebirge), welche den eben beschriebenen Charakter am deutlichsten zeigen, aber nicht bloß aus Gliedern der Urschiefer oder Grauwacke, sondern auch aus Sand- und Kalksteinen der jüngeren Formationen gebildet sein können. Ihre Gipfelfläche bildet oft ein einförmiges Tafelland; oft aber ist dieselbe auch von isolirten Berggruppen, namentlich jüngerer vulcanischer Gebilde, besetzt, wie man z. B. am rheinischen Schiefergebirge, vor allen auf der Eifel und am Westerwalde, bemerken kann. Nicht selten erscheint außerdem ihre Tafelfläche wild zerrissen, theils durch senkrecht und nach allen Richtungen hin niedersetzende Erosions- und Austrocknungsspalten, (so namentlich in den aus Sandstein gebildeten Tafelgebirgen, z. B. im Elbsandsteingebirge), theils durch zahlreiche Erdfälle, (so namentlich in den aus jüngeren Kalksteinen gebildeten Gebirgsstöcken, z. B. in den Kalkalpen Salzburgs oder am Karst in Krain). Endlich können auch einfache Plateaugebirge durch parallellaufende, wellenförmige Senkungen und Hebungen ihrer Plateaus in ein Wellen- oder Faltengebirge (— wie dieses z. B. beim

Schweizer Jura oder dem Böhmiſch-Mähriſchen Gebirge der Fall iſt —) oder durch eine in der Längenrichtung ihrer Plateaus erfolgte Spalte in zwei parallele, rückenloſe Kammgebirge, deren ſteil abfallende Gehänge die Wände der Spaltung ſind, umgewandelt werden. Dieſes Letztere iſt z. B. der Fall bei dem Vogeſen-Schwarzwaldgebirge, welches jedenfalls erſt durch die Entſtehung der Rheinthalſpalte in zwei Kammgebirge zertheilt worden iſt. §. 114.

b. Zuſammengeſetzte Maſſengebirge, welche, wie die vorigen, aus einer in die Höhe getriebenen und vorherrſchend aus den Gliedern der Grauwacke- und Steinkohlenformation beſtehenden, Plateau tragenden, Erdrindenſcholle beſtehen, aber auf ihrem Plateau nach verſchiedenen Richtungen hin ziehende und oft ſtark entwickelte Gebirgsketten tragen, die aus Gliedern älterer Formationen, ſo namentlich aus Gneiß, Glimmerſchiefer, Granit, Syenit und Diorit, beſtehen und die Hochgipfel des ganzen Gebirges tragen. Dieſe Art von Gebirgen beſteht demnach aus zwei Gebirgen, von denen das maſſige den breiten Grundbau bildet, auf welchem dann ein oder mehrere Rücken- oder Längsgebirge gewiſſermaßen aufgeſetzt erſcheinen (daher die Bezeichnung: aufgeſetzte Gebirge). Dem gemäß nun kommen in dieſen zuſammengeſetzten Maſſengebirgen auch dreierlei Thäler vor, nemlich Grundthäler, welche vom Rande der Gebirge aus in die Maſſe des Grundbaues einſchneiden, Plateauthäler, welche auf dem Plateau zwiſchen den aufgeſetzten Gebirgsketten hinziehen und für dieſe oft als Längenthäler betrachtet werden können, — und aufgeſetzte Nebenthäler, welche von den Seiten her in die Abhänge der aufgeſetzten Gebirgsketten einſchneiden. Am Harze ſchon iſt dieſes alles gut zu beobachten, aber in weit großartigerem Maße tritt dieſe Doppeltgebirgsbildung in den Alpen auf. Nach Studer (Lehrb. der phyſikal. Geogr. II. Bd. S. 233) beſtand früher da, wo jetzt die (Schweizer-) Alpen ſich erheben, eine rein ausgebildete gekrümmte Zone von — aus Gneiß und anderen Urgebirgsarten gebildeten — Centralgebirgsketten, welche am Nordſtrande des Mittelmeeres beginnend zuerſt nach Südweſt, dann nach Weſten, weiter nach Nordweſten, dann nach Norden und endlich nach Nordoſten und Oſten ſtrichen; die einzelnen Gruppen dieſer Ketten waren getrennt durch Niederungen, die jetzt noch, wie mehrere der großen Längen- und Querthäler, als Begrenzungen von Formationsgruppen zu erkennen ſind; dann erhob ſich rings um dieſe Schnur von Gebirgsketten eine Tafel- oder Plateaugebirgszone, welche nun gewiſſermaßen das Fußgeſtell oder die Vorſtufe zu den, über ihr hervorragenden, Centralgebirgsketten bildete und eine neue

§. 114.

Thalbildung herbeiführte (Fig. 92, welche aus Studer entlehnt iſt). — Sehr ſchön entwickelt zeigt ſich auch das

Fig. 92.
Zuſammengeſetztes Maſſengebirge der Schweizer Weſtalpen nach Studer.

Die Parallellinien zeigen die aufgeſetzten Gebirgsketten nach ihrer Streichungsrichtung.

zuſammengeſetzte Maſſengebirge in den Oberengadiner Alpen, in welchen auf einem, aus Grauwacke-, Steinkohlen- und Dyasgliedern beſtehenden, Plateaugebirge die divergirend verlaufenden und aus Urſchiefern und granitiſchen Geſteinen gebildeten, Gebirgsketten des Berninaſtockes lagern.

Erklärungen:

1) Die Alpen ſind, wie ſchon die Pluralbenennung derſelben andeutet, nicht ein einziges Gebirge, ſondern eine ſchnurförmige Reihe einzelner Alpengebirge oder Stöcke, welche theils durch breite Längenthäler oder tief eingeſchnittene Querthäler, theils durch tief eingeſunkene Päſſe, Sättel oder Joche von einander getrennt werden. In der Kette der Centralalpen ſind nur Joche oder Sättel; in den Kalk- oder Voralpen vorherrſchend Querthäler und zwiſchen den Central- und Voralpenſtöcken Längenthäler die hauptſächlichſten Trennungsglieder.
2) In Beziehung auf ihre abſolute Höhe unterſcheidet man im Allgemeinen: Mittelgebirge, welche im Mittel 600 bis

1800 Meter, und Hochgebirge, welche wenigstens 2000 Meter Kammhöhe besitzen.

3) An jedem Gebirge unterscheidet man: Rücken (Kamm oder Scheitel), Abfälle und Fuß und versteht unter Rücken die Firste, in welcher sich die Abhänge eines Gebirges unter irgend einem Winkel verbinden. Ist diese Firste sehr schmal oder auch scharf und klippig, so nennt man sie Kamm, bildet sie dagegen ein breites Plateau, so wird sie gewöhnlich Scheitel genannt. Die Flächen, welche von dem Rücken bis zum Fuße eines Gebirges reichen, bilden die Abfälle oder Abhänge. Bei Längengebirgen ist gewöhnlich der eine Abfall steiler, als der andere. Diejenige Stelle endlich, an welcher der Abhang eines Gebirges mit dem, diesem letzteren vorliegenden, Flachlande zusammenfällt, heißt der Fuß eines Gebirges.

Landvertiefungen im Gebiete der Gebirge. — Schon während und kurz nach der Entstehung der Gebirge bildeten sich sowohl auf dem Rücken wie an den Gehängen derselben theils durch abwechselnde Hebungen und Senkungen der Gebirgsmasse Falten, theils durch die Erstarrung und Zusammenziehung der Schmelze Spalten, wie dieses alles schon im vorigen Paragraph erörtert worden ist. Sowohl aus diesen, wie auch aus den durch den Erosionsproceß entstandenen Falten und Spalten sind im Verlaufe der Zeit alle die Landesvertiefungen im Gebiete der Gebirge entstanden, welche man je nach ihrer Lage und ihren Dimensionen theils als Pässe (Sättel, Joche, Scharten und Thore), theils als Schluchten, theils als Thäler bezeichnet. §. 115.

1) Die Pässe sind Einsenkungen im Rücken vorzüglich der Gebirgsketten und liegen namentlich da, wo zwei einander gerade gegenüberliegende Abhangs- oder Seitenthäler mit ihren oberen Enden zusammenstoßen. Wohl nicht selten sind sie dadurch entstanden, daß das Wasser zweier, an den gegenüberliegenden Abhängen einer Bergkette gelegenen, Quellen so lange rückwärts nagte, bis es die Rückenmasse der Bergkette durchnagt und zum Zusammensturze gebracht hatte (vgl. §. 46 S. 134). Sind die so entstandenen Einsenkungen zwar tief, aber breit und sanft concav, dann werden sie gewöhnlich Pässe oder auch Sättel genannt; nicht selten aber lagern sie auf hohen, bis in die Schneeregion ragenden Rücken und werden auch noch auf beiden Seiten von hohen Schnee- oder Eisbergen begrenzt, alsdann nennt man sie gewöhnlich Thore oder auch Joche und sind sie eng und mit schroffen Seitengehängen versehen, Scharten.

2) Die Schluchtenbildungen sind, wie schon (im §. 46 S. 133) da, wo von der Erosion der Fließwasser die Rede war, mitgetheilt wurde, sehr schmale, meist mit senkrechten Seitengehängen versehene, oft sehr tiefe und bisweilen meilenweit fortziehende, Einschnitte in der Masse eines Gebirges, welche gewöhnlich entweder durch die bei ihrer Erstarrung sich zusammenziehende Gebirgsmasse oder auch durch starke Hebung oder Einsenkung dieser letzteren, nicht selten aber auch in Folge der Durchstoßung einer Gebirgsmasse durch gestauete Seen oder Flüsse entstanden und dann gewöhnlich noch durch Regen- und Fließwasser weiter entwickelt worden sind. Großartige Beispiele für

§. 115. alle Arten von Schluchtenbildungen sind die früher schon erwäl Collorado-Schlucht in Californien, die Oefen der Salzach in Salzburger und das Gesäuß in den Ennsthaler Alpen. — S diese Schluchten sehr eng, tief und von einem Fließwasser in je ganzen Breite erfüllt, so nennt man sie Schründe oder auch Tob wenn sie kesselförmig ausgehöhlt sind.

3) Durch weitere Abnagung und Abschwemmung der Seitengehänge e Schlucht kann aus dieser im Verlaufe der Zeiten ein Thal werd Wohl gar manche Thalbildungen, zumal die von Fließwassern du strömten — z. B. das Rheinthal — sind auf diese Weise entstan und können deshalb Spalten- oder Ausnagungs- und Au waschungsthäler genannt werden (§. 46 S. 133). Aber es g auch andere Thalbildungen, welche durch Einsenkung oder Einstürz der Plateaumasse eines Massengebirges entstanden sind und in di Weise Einsenkungsthäler genannt werden können. Diese von Thälern zeigt jedoch wieder dreierlei Entstehungsweisen:

a. Die Einen von ihnen nemlich sind dadurch entstanden, daß Plateaumasse eines massigen Gebirges niederwärts von ih eigenen Gewichte gedrückt in der Richtung ihrer Länge einsank, wodurch das massige Gebirge in zwei parallele birgszüge getheilt wurde, zwischen denen nun ein Längen mit beiderseitigen sanften Gehängen sich ausbreitete (— S senkungs-Längenthäler —).

b. Die Anderen der Einsenkungsthäler aber sind dadurch entstan daß an einer stark in die Höhe getriebenen Gebirgswand zuoberst lagernden Gesteinsschichten auf den unter ihnen lag den Schichtmassen mehr oder minder weit herabrutschten, so zwischen der herabgerutschten und der stehen gebliebenen Geste ablagerung ein Längenthal entstand, dessen Thalsohle und e Gehänge aus der letzteren Gesteinsmasse, ihr anderes Gehä aber von den Schichtköpfen der herabgerutschten Schichtma besteht. Diese Art von Thälern, welche an der einen S ein sanfteres, von Schichtflächen und an der anderen Seite steileres, von Schichtköpfen gebildetes, Gehänge besitzen, kön man nach ihrer Entstehungsweise ein Verschiebungs-Lä genthal nennen. Der Schweizer Jura zeigt beide, un a. unter b. genannte Längenthalformen, wie man aus Fig. S. 138 ersehen kann.

c. Eine dritte Art von Einsenkungsthälern entsteht dadurch, eine Plateaumasse sich in eine unter ihr befindliche und du Auflösung und Auslaugung von Gesteinsmassen entstandene H lung senkt. Diese Art von Thälern, welche stets eine kess trichter- oder muldenförmige Vertiefung darstellen, gehören den Erdfällen (§. 41 g. S. 117) oder auch zu a Kraterthälern.

Je nach ihren Lagerungsbeziehungen zu den Theilen eines birges unterscheidet man außerdem unter den Thälern:

1) Längenthäler, welche in ihrer Richtung mit der Streichungslinie der ſie beiderſeits einſchließenden Hauptgebirgsketten übereinſtimmen. Sie kommen nur in zuſammengeſetzten Kettengebirgen vor und gehören vorzüglich zu den Einſenkungs-, ſeltener zu den Spaltungsthälern.
2) Querthäler, welche eine Gebirgskette in ihrer ganzen Breite durchſchneiden, deren Längendurchmeſſer alſo ſenkrecht auf der Längenaxe der durchſchnittenen Gebirgskette ſteht. Sie gehören namentlich zu den Spalten- und Ausnagungs- oder auch zu den Durchbruchsthälern und kommen vorzüglich in den maſſigen Sand- und Kalkſteingebirgen vor.
3) Seiten- oder Gehängthäler (Randthäler), welche in die beiderſeitigen Abhänge eines Gebirges einſchneiden, am Fuße eines Gebirges oft mit breiter Mündung beginnen, dann aber unter zickzackigem Hin- und Herwinden ſich immer mehr verengen und immer mehr bergauf ſteigen, je weiter ſie in die Maſſe eines Gebirgsabhanges eindringen. Daß viele, vielleicht alle dieſer Gehängthäler theils ausgenagte Waſſerriſſe, theils vom Waſſer erweiterte Spalten und Schluchten ſind, iſt bei der Beſchreibung der Eroſionsproducte (§. 46) ſchon ſattſam erläutert worden. Daſelbſt iſt auch ſchon darauf aufmerkſam gemacht worden, daß ſich dieſe Seitenthäler, wie überhaupt alle Thäler, dadurch, daß von den Seiten her andere Thäler in ſie einmünden, auf mannichfache Weiſe veräſteln können. — Hier ſei daher nur noch erwähnt, daß gar manche der größeren Seitenthäler ſtufenweiſe nach ihrem Hintergrunde hin anſteigen und beim Aufſteigen zu einer Stufe ſich erſt ſchluchtig verengen und dann auf der Stufe ſelbſt keſſelförmig erweitern, weshalb man dieſe Art von Seitenthalbildungen auch wohl Schnurenthäler genannt hat. Sie ſind ihrem ganzen Habitus nach dadurch entſtanden, daß Keſſelſeeen ihre abwärts liegenden Uferwälle durchbrachen und abfloſſen. Das Thal der Gaſtein in den Salzburger Alpen und das Oetzthal in den Tyroler Alpen zeigt dieſe Schnurthalbildung ſehr deutlich.

Bemerkung: Ueber die Entſtehung und Weiterentwickelung von Thälern iſt im Allgemeinen ſchon das Wichtigere in den §§. 46 und 47 da, wo von der Eroſion die Rede war, mitgetheilt worden.

Ueberſichtliche Darſtellung der Oberflächengeſtaltung Europas, Aſias und Amerikas. §. 116. — Wenn man einen Blick auf die Karten der eben genannten Erdtheile wirft, ſo wird man ſchon im Allgemeinen bemerken, daß, während die Hauptmaſſe Europas und Aſias von Weſt nach Oſt an Maſſenhaftigkeit zunimmt und die Hauptgebirge dieſer beiden Erdtheile von Weſt nach Oſt ſtreichen, der Körper Amerikas von Süd nach Nord an Maſſe zunimmt, während ſeine Hauptgebirge ebenfalls von Süd nach Nord ſtreichen, daß alſo in der alten Welt die Maſſen der Erdtheile und ihre Hauptgebirgszüge in der Richtung der Breitenkreiſe ſich ausdehnen, während in der neuen Welt die Landesmaſſen und ihre Gebirge vorherrſchend in der Richtung der Längenkreiſe oder Meridiane abgelagert

§. 116. erſcheinen. Bei einer ſpecielleren Betrachtung der einzelnen dieſer Erdtheile wird man nun weiter finden, daß zunächſt Europa und Aſien ſoviel Aehnliches nicht bloß in ihrer Gliederung, ſondern auch in ihrer Oberflächenbeſchaffenheit haben, daß man beide als ein zuſammengehöriges Ganze betrachten muß. Das Folgende wird dieſes beſtätigen:

1) Das Kernland Europas wird in ſeiner nördlichen Hälfte von einem weit ausgedehnten Tieflande gebildet, welches von Weſt nach Oſt an Breite zunimmt und dann nur durch das von Süd nach Nord ſtreichende Uralgebirge, von dem Tieflande Aſiens theilweiſe getrennt wird. Südwärts wird dieſe gewaltige Tieflandszone von einer Berglands- und Mittelgebirgszone begrenzt, welche in Frankreich nordwärts von den Ausläufern der Pyrenäen beginnend erſt nach Nord, dann vom Rheingebiete an nach Oſten ſtreicht und endlich mit dem Beginne der Karpathen nach Südoſt ſich wendet. Dieſe bogenförmige Zone beſteht abwechſelnd theils aus Ketten- und Plateau-Mittelgebirgen, theils aus zwiſchen lagernden wellen- und terraſſenförmigen Bergländern und ſinkt an ihrer Weſt-, Nord- und Südſeite durch vorliegendes Hügelland in das Tiefland ab. Der weſtliche Flügel dieſer ſogenannten Mittelgebirgszone wird an ſeinem Oſtabhange von einem ehemaligen, ſchmal aber tief nordwärts ins Land einſchneidenden Meerbuſen, dem gegenwärtigen Tieflandsthale der Rhone, begrenzt, während der öſtliche, aus dem Karpathenzuge gebildete, Mittelgebirgsbogen einen ehemaligen Binnenſee, das gegenwärtige ungariſche Tiefland, umgürtet, und der nördliche Theil dieſes Bogens ſüdwärts in breiten Wellen- und Stufenländern zum Donauthale abſinkt, dann aber an der Südſeite dieſes Thales von dem Hochplateau der Schweiz und Süddeutſchlands begrenzt wird. In ſeiner ſüdlichen Zone wird endlich das europäiſche Kernland von mächtigen, von Weſt nach Oſten ſtreichenden, aus mehreren Parallelketten zuſammengeſetzten, Hochgebirgswällen gebildet, deren jeder an ſeiner Nordſeite von einem Hochplateaulande und an ſeiner Südſeite von einem Tieflande, welches ſich von Weſt nach Oſt ſenkt, umgeben wird. (Es ſind dies die Pyrenäen mit dem Ebrotieflande, die Alpen mit der Potiefebene, die Transſylvaniſchen Gebirge mit dem Donautieflande und der Kaukaſus mit dem zum Caspiſee abfallenden Kurtieflande). Die eben genannten Hochgebirgswälle bilden gewiſſermaßen die an manchen Stellen durchbrochene Schwelle, an welche das nördlich von ihr gelegene europäiſche Kernland angelegt iſt. Südlich von dieſer Kernlandsſchwelle gehen drei Halbinſeln ab, von denen die erſte (— die pyrenäiſche Halbinſel —) ſüdwärts von der Ebrotiefebene ein maſſiges Hochplateau mit aufgeſetzten Kettengebirgen bildet, die mittlere aber (— die apenniniſche Halbinſel —) ſüdwärts von der Potiefebene, langgezogen iſt und in ihrer ganzen Länge von einem, nach Südoſt ſtreichenden und ſich an ſeinem ſüdöſtlichen Theile in zwei divergirende Ketten theilt, von denen die weſtliche mit einem Bogen ſich weſtwärts zur Inſel Sicilien wendet, — und die dritte ſüdwärts von der Donautiefebene gelegene (— die Balkan-

halbinſel —) ein, nach allen Richtungen hin von Kettengebirgen bedecktes, Gebirgsplateau bildet, deſſen Hauptgebirgskette, der Balkan, von Weſt nach Oſt ſtreicht, während die übrigen Ketten zum großen Theile ſich ſüdwärts wenden und im ſüdlichen Theile der Halbinſel, auf Morea, ſich ſogar in mehrere, ziemlich parallele, Ketten theilen. — §. 116.

2) Das Kernland Aſias wird, wie das europäiſche Kernland, in ſeiner nördlichen Hälfte von einer ausgebreiteten Tieflandszone gebildet, welche ſich mit ihrem breiteſten Theile im Weſten an das europäiſche Tiefland anlegt und dann bei ihrem weiteren Zuge nach Oſten ſich immer mehr verſchmälert. Südlich von dieſer Tieflandszone breitet ſich dann eine mächtige Zone von Kettengebirgen aus, welche, wie in Europa, im Allgemeinen von Weſt nach Oſt zieht, dann aber in zwei Gebirgsgruppen zerfällt, von denen die eine (— das Stannovoi-Gebirge —) nach Nordoſt bis zur Behringsſtraße zieht, die andere aber ſich nach Süden (zur Mandſchurei) wendet und zuletzt die Halbinſel Korea durchzieht. — Südwärts von dieſer Gebirgszone lagert weiter zuerſt das, zum Theil wüſtenhafte, Hochplateau der Mongolei, dann die gebirgige Hochterraſſe von Tibet (— die Vertreterin des ſchweizeriſch-ſüddeutſchen Terraſſenplateaus —), an welche ſich dann ſüdwärts ein rieſiges, in einem Bogen von Nordweſt nach Südoſt und Oſt ziehendes, zuſammengeſetztes Hochgebirge (— der Himalaya —) anſchließt. An dem ſüdlichen Fuße dieſes Rieſenkettengebirges lagert nun endlich die von Weſt nach Oſt hin abfallende Ganges-Tiefebene, — ganz ähnlich wie die Potiefebene am Südfuße der europäiſchen Alpen.

Schon aus der vorſtehenden kurzen Ueberſicht kann man erkennen, daß Europa und Aſien in ihrer Oberflächengeſtaltung ziemlich übereinſtimmen; denn das Kernland beider zeigt von Norden nach Süden vier verſchiedene, im Allgemeinen von Weſt nach Oſt ziehende, Zonen:

zuerſt eine Tieflandszone,
dann eine Berg- und Gebirgslandzone,
dann eine Hochplateauzone,
dann eine Hochgebirgszone,
endlich wieder Tieflandszonen,

welche aber ſchon nicht mehr dem Kernlande, ſondern den ſüdlich von dieſen gelegenen Halbinſeln angehören, welche ſich indeſſen in beiden Erdtheilen ebenfalls entſprechen.

Die beifolgenden Profile (Fig. 93 und Fig. 94) veranſchaulichen dieſe Angaben.

Fig. 93. Europa.

§. 116.

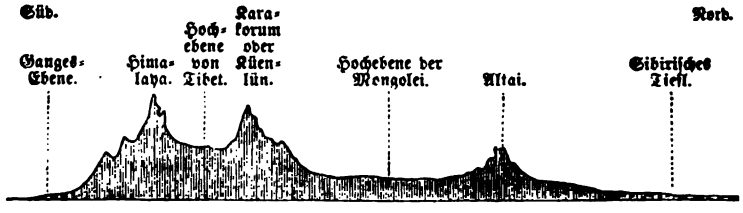


Fig. 91. Aſien.

Nimmt man nun Aſien, in welchem alle dieſe Landesgebiete am maſſenhafteſten entwickelt auftreten, als das Kernland der genannten beiden Erdtheile an, ſo iſt Europa als eine Halbinſel des aſiatiſchen Kernlandes zu betrachten. In dieſem Falle erſcheinen dann die Hochgebirge Aſiens und Europas als von einander getrennte Glieder einer und derſelben Gebirgszone. Und ebenſo würden nun auch noch die zu beiden Seiten des 50° nördl. Breite lagernden Gebirgsländer Aſiens und Europas zu einer und derſelben Landeserhebungszone gehören.

Anmerkung: Ueber die Oberflächen-Beſchaffenheit Afrikas und Auſtraliens iſt gegenwärtig noch kein ſicheres Bild zu entwerfen.

3) Das Kernland Amerikas iſt, wie im Vorſtehenden ſchon angedeutet, dadurch ausgezeichnet, daß einerſeits ſeine Hauptgebirgszüge im Allgemeinen von Süd nach Nord parallel den Küſten ziehen und andererſeits ſeine Haupttieflandszonen zwiſchen den beiden Gebirgszügen liegen und vom Innern des Landes aus eine vorherrſchend ſüdliche Senkung haben, wenn man von dem, eigentlich nicht zum Tieflande zählbaren und nach Oſten hin abfallenden, Thale des Amazonenſtromes abſieht. Außerdem iſt noch zu bemerken, daß das Hauptgebirgsſyſtem Amerikas, die ſtellenweiſe aus mehreren Parallelketten beſtehenden und dann oft auch Hochebenen mit Gebirgszügen umſchließenden, Cordilleren von der ſüdlichſten Spitze des amerikaniſchen Continentes ohne Unterbrechung (und nur an der Landenge von Panama ſehr ſtark herabgedrückt) immer den Küſten des großen Oceans folgend bis zum Geſtade des nördlichen Eismeeres ſtreichen. — Bei einer weiteren Vergleichung der beiden großen Theilcontinente dieſes Erdtheiles finden ſich dann noch folgende Aehnlichkeiten:

a. Nordamerika zeigt in ſeinen nördlichen Gebieten, ſoweit ſie bekannt ſind, ein mächtiges, von zahlreichen Seen beſetztes, ſüdwärts ſtufenweiſe abfallendes, Plateauland, welches nach Süden hin durch die Cordilleren einerſeits und die Alleghanis andererſeits verengert wird und in das Tiefland des Miſſiſſippi übergeht. An ſeiner Weſtſeite hebt das letztgenannte Tiefland ſich allmählich zu dem Hauptzuge der nordamerikaniſchen Cordilleren. Weſtlich von dieſem Hauptzuge breiten ſich nun nochmals hohe Tafel- und Beckenländer aus und weſtlich von dieſen ziehen diejenigen Ketten der Cordilleren, welche ſich von dem mexicaniſchen Hochplateau aus von dem Hauptgebirgszuge abgezweigt haben, aber nordwärts ſich ihm wieder anlegen. — An der Oſtſeite

der Mississippi-Ebene aber erheben sich dann die mit zahlreichen, §. 116.
westwärts abgehenden, Nebenketten versehenen und nach Nordnordost streichenden Ketten der Alleghanis, an deren Ostfuß dann eine Zone von Hügelland und Ebene bis zum Atlantischen Oceane reicht.

b. In Südamerika bilden die Cordilleren eine einfache Riesenkette, von welcher sich indessen auch mehrfach parallel laufende und eine Hochebene einschließende, Ketten absondern, von denen im nördlichen Gebiete Südamerikas sogar eine nach Nordost hin streicht und das nördliche Küstenland gebirgig macht. An der Westseite der Cordilleren breiten sich dann zuerst die nach Osten hin abfallenden Rinnsaale des Orinoko und des Amazonas, dann aber die südwärts abfallende Tiefebene des Parano oder La Plata aus; und östlich von diesen breitet sich weiter das an aufgesetzten Ketten reiche, Brasilianische Massengebirge aus, an seinem Ostabfalle nur einen schmalen Küstensaum lassend. Die beifolgenden Profile (Fig. 95 und Fig. 96) veranschaulichen diese Angaben.

Fig. 95. Nord-Amerika.

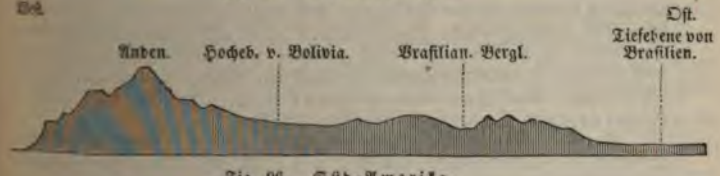


Fig. 96. Süd-Amerika.

Außer dieser Aehnlichkeit in der Oberflächen-Beschaffenheit wird man nun auch noch finden, daß die Kettengebirge aller Erdtheile,

a. wenn sie eine vorherrschend ostwestliche Streichungslinie haben, eine Tiefebene an ihrem südlichen und eine Hochebene oder ein Bergland an ihrem nördlichen Abhange besitzen, und daß alsdann ihr Abfall nach der vorliegenden Tiefebene hin steiler ist als nach ihrem nordwärts vorliegenden Hoch- oder Berglande;

b. wenn sie eine vorherrschend nordsüdliche Streichungslinie besitzen, eine Tiefebene an ihrer West- und ein Hoch- oder Bergland an ihrer Ostseite zeigen, und daß alsdann ihr steilerer Abfall an der Tieflandsseite, ihr sanfterer aber an der Hochlandsseite liegt.

B. Bildungsmaterialien der Erdrindemaſſen.

1. Die Erdrindemaſſen nach ihrer Natur.

(Petrographie).

a. Im Allgemeinen.

§. 117. **Begriffsentwickelungen und allgemeinſte Eintheilung der Erdrindemaſſen nach ihren Bildungsmitteln.** — Die bei weitem meiſten und ausgebreitetſten Maſſen, aus denen die bis jetzt bekannt gewordenen Theile der Erdrinde beſtehen, ſind mineraliſcher Natur; es giebt indeſſen auch Arten dieſer Erdrindemaſſen, welche ihrer ganzen Natur nach aus ganz oder theilweiſe mineraliſirten Organismenreſten zuſammengeſetzt erſcheinen. Man muß deshalb ſchon von vornherein unter denjenigen feſten Beſtandesmaſſen der Erdrinde, welche einen weſentlichen und allgemeinen Antheil an der Zuſammenſetzung der Erdrinde nehmen und deshalb Gebirgsarten genannt werden, anorganogene oder minerogene und organogene Erdrindemaſſen (— Anorganolithe und Organolithe —) unterſcheiden.

Erklärungen:

1) Wie eben ausgeſprochen worden iſt, ſo nennt man alle diejenigen feſten Erdrindemaſſen, welche einen weſentlichen Antheil an der Zuſammenſetzung der Erdrinde nehmen und ſchon für ſich allein große Strecken derſelben ausfüllen oder einnehmen, Gebirgsarten. Diejenigen unter dieſen Gebirgsarten nun, welche feſt zuſammenhängende, compacte und auch in der Geſtalt von Felſen oder felſigen Bergen auftretende, Maſſen bilden, nennt man ſpeciell Felsarten oder Geſteine; diejenigen derſelben aber, welche lockere, loſe oder ſchlammweiche Aggregationen oder Zuſammenhäufungen bilden, wie dieſes z. B. bei den Geröll-, Sand- und Erdbodenanhäufungen oder auch bei den Torfablagerungen der Fall iſt, nennt man Schuttmaſſen, ſchüttiges Gebirge oder Gebirgsſchutt, welcher dann wieder in Geſteins- und Organolithſchutt zerfällt.

2) Die Geröll-, Sand- und Erdboden-Ablagerungen, welche oft ſehr weite Strecken der Erdoberfläche bedecken, wie z. B. ſchon das ganze europäiſche und aſiatiſche Tiefland oft Hunderte von Metern weit überziehen, ſind daher ebenſo gut Gebirgsarten, wie die Conglomerat-, Sandſtein- und Schieferthon-Ablagerungen, ſchon deshalb, weil die letztgenannten Felsarten ſchließlich nichts weiter ſind, als zuſammengebackener und feſtgewordener Geſteinsſchutt einer längſt verſchollenen Erdbildungsperiode. Und ebenſo ſind die jetzt noch weichen oder ſchlammigen Ablagerungen des Torfes ihrer Entſtehungsart und allgemeinen Bildungsmaſſe nach daſſelbe, was die feſten, ſteinartigen, gegenwärtig zu den Felsarten gehörigen, Braun- und Steinkohlenflötze ſind. — Endlich müſſen auch das Eis und der Guano zu den Gebirgsarten gerechnet werden; denn das erſtere ſetzt in Wahrheit ſelbſtſtändig bedeutende Gebirgsmaſſen zuſammen und der letztere bildet 50—100 und mehr Meter mächtige, feſt zuſammenhängende und große Landesflächen überziehende, Ablagerungen.

§. 118. **Die Zuſammenſetzungsmittel der Gebirgsarten.** — Wie im vorigen Paragraph ſchon erwähnt worden iſt, ſo beſtehen die Gebirgsarten theils aus wirklichen Mineralſubſtanzen, theils aus Organismenreſten, welche durch den Verweſungs- oder Verkohlungsproceß mineralartig geworden ſind.

1) Die wirklich mineraliſchen Gemengtheile der Gebirgsarten, — §. 118.
welche ſich von den mineralähnlichen Organismenreſten ſchon einfach dadurch unterſcheiden, daß ſie beim Erhitzen unter Luftzutritt weder mit Flamme brennen oder dauernd glühen, noch harz- (bituminös-) oder ammoniakähnlich riechen, und unter Luftabſchluß ſich nicht kohlenähnlich ſchwärzen, — ſind die Hauptbildungsmittel der Gebirgsarten, da ja die meiſten und verbreitetſten derſelben nur oder doch vorherrſchend aus ihnen beſtehen. Sie verdienen daher die vollſte Beachtung des Gebirgsforſchers. Wer indeſſen die verſchiedenen Gebirgsarten genau unterſucht, der wird gar bald finden, daß, während die Maſſe der Einen durch und durch nur aus Mineralien beſteht, welche auch als gut ausgebildete Kryſtallindividuen auftreten, die Maſſe der Anderen entweder ganz und gar aus den Zerſetzungsproducten oder aus dieſen und größeren und kleineren Zertrümmerungsſtücken der erſtgenannten, aus reinen, kryſtalliſirbaren Mineralien zuſammengeſetzten, Gebirgsarten beſteht, weshalb ſie auch klaſtiſche oder Trümmergeſteine, im Gegenſatze zu den, aus kryſtalliſchen Mineralien gebildeten, kryſtalliniſchen Geſteinen, genannt werden. Ein Beiſpiel wird dieſes veranſchaulichen: Granit beſteht aus Feldſpath-, Glimmer- und Quarzſtückchen, alſo aus lauter Mineralarten, welche auch als Kryſtalle auftreten; der Granit iſt demnach ein kryſtalliniſches Geſtein. Wenn nun der Granit verwittert, ſo entſteht aus ſeiner Maſſe ein Haufwerk von Thon und größeren und kleineren, noch nicht oder doch nur theilweiſe verwitterten, Granittrümmern. Werden endlich dieſe Trümmer durch die zwiſchen ihnen befindliche Thonmaſſe zuſammengekittet, ſo wird aus dem ſo zuſammengekitteten und feſtgewordenen Haufwerke ein Trümmergeſtein. Offenbar iſt demnach in dieſem Falle der Granit das Muttergeſtein der eben genannten klaſtiſchen Felsart. Und wie in dieſem Falle der Granit, ſo ſind in allen Fällen die kryſtalliniſchen Felsarten die Muttergeſteine allen Gebirgsſchuttes und durch dieſen aller klaſtiſchen Geſteine; denn dieſe letzteren ſind ja weiter nichts als die Producte von ehemaligem, zu maſſigen Ganzen zuſammengekitteten, Gebirgsſchutte.

Aus allem eben Mitgetheilten folgt nun aber auch, daß wenn man die Natur der Trümmergeſteine und des Gebirgsſchuttes genau erkennen will, man zuerſt die Mütter deſſelben, die kryſtalliniſchen Felsarten nach ihren mineraliſchen Gemengtheilen und Eigenſchaften genau kennen lernen muß.

2) Die Gemengtheile der klaſtiſchen Geſteine ſind alſo nach dem Vorſtehenden theils Zertrümmerungs-, theils Zerſetzungsproducte der kryſtalliniſchen Felsarten. In der That iſt dieſes auch meiſtens, ja in Beziehung des ihre Trümmer zuſammenhaltenden Bindemittels immer der Fall. Wenn man aber die in dieſem Bindemittel eingekitteten Individuen ins Auge faßt, ſo wird man finden, daß dieſelben nicht immer wirkliche Trümmer von zerſtörten kryſtalliniſchen Felsmaſſen, ſondern einerſeits mehr oder weniger gut auskryſtalliſirte

§. 118 Mineralindividuen oder andererſeits Trümmer von älteren, z klaſtiſchen Geſteinen, oder endlich ſogar Organismenreſte, Zähne, Knochen, Korallen und Conchylien, ſind.

a. So z. B. befinden ſich in dem Bindemittel des Baſalt ſehr häufig gut ausgebildete Kryſtalle von Zeolithen, na von Chabaſit und Meſotyp, von baſaltiſcher Hornblende, Olivin, Glimmer, Kalkſpath und Magneteiſenerz; im Pe Bindemittel ſind zahlreiche Leucit-, Augit- und Olivin eingekittet; und in der Maſſe des Trachyttuffes liegen lei trennbare Kryſtalle von Sanidin, Hornblende und Magn erz. Indeſſen ſind dieſe Kryſtalleinwüchſe wohl in vielen mehr als außerweſentliche Beimengungen der genannten niſchen Tuffe zu betrachten, wie ſpäter noch gezeigt werde

b. In dem Bindemittel eingekittete Trümmer von älteren kl Geſteinen finden ſich oft in jüngeren Conglomeraten, z. der Nagelfluh.

c. Die ſogenannte Knochenbreccie iſt ein Conglomerat, mergeliges oder thoniges Bindemittel vorherrſchend Knoch Säugethieren, Vögeln oder Reptilien umſchließt.

Aber auch das Bindemittel der klaſtiſchen Geſteine iſt nicht eine klaſtiſche, unkryſtalliſirbare Maſſe. In vielen Fällen fre es Thon, Lehm oder Mergel, alſo eine nicht kryſtalliſirbare M ſubſtanz; aber es giebt auch klaſtiſche Geſteine, deren Bindemitt einem kryſtalliniſchen Minerale, z. B. aus erſtarrter Kieſe Kalkſpath, Aragonit, Gyps oder auch Steinſalz beſteht. So kommt in der Zechſteinformation unweit Eiſenach am Thüring eine Stinkſteinbreccie vor, deren Stinkſtein- und Dolomittr durch ein kryſtalliniſches Aragonitbindemittel verkittet ſind. indeſſen auch in dieſem Falle das Bindemittel ſeiner Natur n kryſtalliniſches Mineral auftritt, ſo iſt es doch ſeiner Entſtehun wohl meiſtens inſofern als klaſtiſch zu betrachten, als es erſt Auflöſung von anderen Kalk, Gyps, Kieſelſäure oder Steinſa tigen Felsarten entſtanden iſt. Dafür ſpricht ſchon die Erſch daß z. B. Conglomerate und Sandſteine mit kryſtalliniſch-k Bindemittel in dem Rinnſaale oder an den Ufern von geröll Bächen, deren Waſſer aus Kalkbergen hervortritt und Kalk enthält, entſtehen.

Ihrer Zuſammenſetzung nach erſcheinen nun die klaſtiſchen G von doppelter Art. Die einen nemlich beſtehen aus große kleinen Felstrümmern, welche durch ein Bindemittel zum verkittet ſind; die anderen dagegen erſcheinen in ihrer ganzen als eine ſcheinbar einfache klaſtiſche Subſtanz, welche als ein teter Schlamm anzuſehen iſt. Sehr gewöhnlich kommen dieſe Arten der klaſtiſchen Geſteine zuſammen vor und zwar in der daß das einfache, aus erhärtetem Schlamme beſtehende übe Steintrümm[illegible]igen lagert und demgemäß als das nach Zuſa

kittung der Steintrümmer noch übrig gebliebene Bindemittel zu betrachten iſt.

b. Beſondere Betrachtung der kryſtalliniſchen Geſteine.

Ihre Zuſammenſetzungsmittel. — Nach dem im vorigen Paragraph Angegebenen ſind kryſtalliniſche Geſteine feſte und maſſige Aggregate von reinen, auch als Kryſtalle auftretenden, Mineralindividuen, welche unmittelbar entweder durch gegenſeitige Anziehung unter ſich verwachſen oder durch äußerliche Zuſammenſchmelzung, oder nie durch einen klaſtiſchen Kitt, mit einander zum Ganzen verbunden ſind. §. 119.

Das gegenſeitige unmittelbare Verwachſenſein und das Fehlen eines, die einzelnen Gemengtheile gemeinſam verbindenden, Kittes oder Cementes unterſcheidet in allen Fällen die kryſtalliniſchen Felsarten von den klaſtiſchen. Wohl iſt bei den porphyriſchen und amygdaloïdiſchen Geſteinen eine Grundmaſſe vorhanden, in welcher einzelne Gemengtheile eingewachſen vorkommen, aber dieſe Einwachslinge oder Einſprenglinge ſind entweder von derſelben mineraliſchen Art wie die ſie umfaſſende Grundmaſſe und dadurch entſtanden, daß ſich aus dem urſprünglichen Mutterſchmelze (Magma) einzelne Kryſtallindividuen, ſo lange dieſer Schmelz noch flüſſig war, entwickeln konnten, während die übrige Maſſe deſſelben eher erſtarrte, als ſie ihre Mineraltheile kryſtalliſch entwickeln konnte, wie es bei allen porphyriſchen Geſteinen der Fall iſt; — oder die in einer Grundmaſſe eingebetteten Mineralien ſind von anderer Art als die ſie umſchließende Grundmaſſe und dann durch aus dem Mutterſchmelze ausgeſchwitzte oder ausgepreßte flüſſige oder gasförmige Mineralſubſtanzen zu der Zeit entſtanden, als dieſelbe erſtarrte und ſich hierbei ſo zuſammenzog, daß Lücken und Blaſen in ihrer Maſſe entſtanden, welche ſich dann mit den in ihr enthaltenen Mineralgaſen und Flüſſigkeiten füllten, wie man bei den Mandelſteinen bemerken kann.

Die Mandel- und Zellenmineralbildungen in den amygdaloïdiſchen Geſteinen ſind demnach erſt nach der Erſtarrung der ſie einſchließenden Grundmaſſe entſtanden und beſtehen daher aus anderen Mineralarten, als die letztere; die Kryſtallbildungen in den Porphyren dagegen ſind vor der Erſtarrung der ſie umſchließenden Grundmaſſe entſtanden und beſtehen in der Regel aus denſelben Mineralarten, wie ihre Grundmaſſe.

Weſentliche und unweſentliche Gemengtheile. — Jede kryſtalliniſche Felsart wird aus beſtimmten, nur ihrer Art oder ihrem Weſen zuſtehenden, Mineralarten gebildet und wird zu einer anderen Geſteinsart, ſobald eine der ihrem Weſen zuſtehenden Mineralarten aus ihrer Maſſe verſchwindet oder auch ſobald ein neues, ihrem Weſen fremdartiges, Mineral in ihrer Maſſe ſtändig und mit ihren übrigen Gemengtheilen gleichmäßig untermiſcht auftritt. Man nennt darum diejenigen Mineralarten, welche zum Weſen und Beſtehen einer beſtimmten Geſteinsart gehören, die weſentlichen Gemengtheile dieſer Geſteinsart. §. 120.

§. 120. Ein paar Beiſpiele werden das eben Geſagte erläutern:

1) Der Granit beſteht aus einem körnigen Gemenge von Feldſpath, Quarz und Glimmer. Tritt zu dieſem Gemenge ſtändig noch Hornblende, ſo wird aus ihm Syenitgranit, wenn aber aus ſeinem Gemenge der Feldſpath oder der Glimmer verſchwindet, ſo wird aus ihm im erſten Falle der nur aus Quarz und Glimmer beſtehende Greiſen, im zweiten Falle aber der nur aus Quarz und Feldſpath beſtehende Granulit.

2) Der Gneiß beſteht aus einem ſchieferigen Gemenge von Glimmer, Feldſpath und Quarz. Verſchwindet aus dieſem Gemenge der Feldſpath, ſo wird aus dem Gneiße der nur aus Glimmer und Quarz beſtehende Glimmerſchiefer.

Die genaue Kenntniß der weſentlichen Gemengtheile einer jeden Felsart iſt darum abſolut nothwendig zur Unterſcheidung der verſchiedenen Geſteinsarten von einander und zur Charakteriſtik jeder einzelnen derſelben. Aus dieſem Grunde ſind auf der Beſtimmungstafel I. die als weſentliche Gemengtheile von Felsarten auftretenden Mineralarten nochmals nach ihren am meiſten hervortretenden Unterſcheidungsmerkmalen zuſammengeſtellt worden, obwohl ſie ſchon in der erſten Abtheilung dieſes Werkes ausführlich beſchrieben worden ſind. Um nun aber die ausführliche Beſchreibung der auf dieſer Beſtimmungstafel angegebenen Mineralien in der I. Abtheilung ſchnell finden zu können, wurde hinter dem Namen eines jeden Minerales in einer Klammer die Nummer angegeben, unter welcher ſeine Beſchreibung in der I. Abtheilung ſich befindet.

Unter den in dieſer Ueberſicht (Tafel I.) angegebenen Mineralien ſpielen aber nicht alle eine gleich große Rolle bei der Bildung der kryſtalliniſchen Felsarten. Vielmehr bemerkt man in dieſer Beziehung Folgendes:

a. Von den einen dieſer Mineralien bildet ſchon jedes einzelne für ſich allein eine Felsart,
   1) tritt aber nicht auch in dem Mineralgemenge von anderen Felsarten auf, ſo Eis, Steinſalz, Anhydrit, Gyps, Phosphorit, Dolomit, Eiſenſpath, Brauneiſenerz, Serpentin (?), Kieſelſchiefer und Flint;
   2) und bildet auch im Gemenge mit anderen Mineralien Felsarten, ſo Quarz, Glimmer, Hornblende, Augit, Turmalin, Magneteiſenerz, Chlorit, Talk und Calcit.

b. Die anderen bilden nur im Gemenge mit anderen Mineralarten Felsarten, und zwar
   1) als weſentliche Gemengtheile nur eine Felsart, ſo Zirkon, Topas, Hyperſthen, Enſtatit, Smaragdit;
   2) als weſentliche Gemengtheile mehrere Felsarten, ſo Feldſpathe, Nephelin, Leucit, Natrolith, Diallag.

Auch iſt, wie ſpäter noch weiter gezeigt werden ſoll, das Auftreten der einzelnen Arten abhängig von dem chemiſchen Beſtande der anderen Gemengtheile einer Felsart. So tritt der Quarz vorherrſchend im Gemenge mit Kieſelſäure reichen Feldſpathen und Glimmer auf,

während die Kalkhornblenden und der Augit namentlich in Felsarten mit Kieſelſäure-armen und Kalk-reichen Feldſpathen auftritt. §. 120.

Außer den weſentlichen Gemengtheilen findet man nun aber noch oft Mineralarten in der Maſſe einer Geſteinsart eingebettet, welche gar nicht zum Beſtande oder Weſen dieſer Geſteinsart gehören, die alſo auch in der Maſſe derſelben fehlen können, ohne daß dadurch der Charakter der Geſteinsart geändert oder dieſelbe zu einer anderen Art würde. Dieſe Art von eingebetteten Mineralien nennt man mit Beziehung auf die weſentlichen Gemengtheile — unweſentliche, zufällige oder acceſſoriſche Beſtandtheile der betreffenden Geſteinsart. Es können indeſſen die für eine Geſteinsart unweſentlichen Gemengtheile für eine andere Geſteinsart weſentlich ſein; ja dieſelben können, wenn ſie ſich in großer Menge in der ganzen Maſſe einer Geſteinsart einfinden, ſogar bewirken, daß dieſe Felsart in eine andere übergeht. Der Begriff von unweſentlichen Gemengtheilen iſt alſo nur relativ zu nehmen, inſofern als eine Mineralart in der Maſſe eines Geſteines vorkommt, in welche es gar nicht gehört.

Ein Beiſpiel wird das eben Geſagte deutlicher machen. Der Granulit beſteht weſentlich aus Feldſpath und Quarz. Nun findet ſich nicht ſelten auch etwas Glimmer in ſeiner Maſſe. Dieſer iſt an und für ſich für den Granulit ein, nicht zum Weſen des Granulites gehöriger, alſo unweſentlicher Gemengtheil. Wenn ſich nun aber dieſer Glimmer in großer Menge und auf weite Erſtreckungen hin in der Granulitmaſſe zeigt, ſo wird dieſelbe dadurch graniti ſch oder gneißartig oder bildet mit anderen Worten einen Uebergang zum Granit und Gneiß, in welchen beiden Felsarten neben Feldſpath und Quarz auch der Glimmer ein weſentlicher Gemengtheil iſt. Was alſo in dieſem Falle für den Granulit unweſentlich, das iſt für den Granit und Gneiß weſentlich.

Nach dem eben Mitgetheilten können demnach Mineralarten für die eine Felsart weſentliche, für eine andere aber unweſentliche Gemengtheile abgeben. Alle die in dieſer Weiſe auftretenden Mineralarten ſind daher nur relativ unweſentliche Gemengtheile. Es giebt indeſſen auch Mineralarten, welche wohl oft als unweſentliche, aber, ſoweit die Erfahrung reicht, nie als weſentliche Gemengtheile irgend einer Geſteinsart auftreten. Dieſe nun kann man abſolut unweſentliche Gemengtheile der Felsarten nennen. Zu ihnen gehören alle nicht auf Tafel I. genannten Mineralien, ſo vorzüglich: Beryll, Diſthen, Staurolith, Veſuvian, Hauyn, Noſean, Titanit, alle Schwefel- und Arſenerze, Zinnerz, Silber, Gold, Schwefel; als relativ unweſentliche Gemengtheile dagegen macht ſich namentlich der Olivin, Granat, Turmalin und Glimmer bemerklich. — Wenn nun aber auch die abſolut unweſentlichen Felsgemengtheile nichts zur Bildung der Felsarten beitragen, ſo ſind ſie doch für gar manche Felsart charakteriſirend, ſei es zur Beſtimmung ihres Beſtandes, ſei es für eine beſtimmte Lagerungsſtätte derſelben. Und dieſe Art von außerweſentlichen Gemengtheilen nennt man mit Beziehung auf eine beſtimmte Felsart bezeichnende zufällige Gemengtheile. In dieſer Weiſe iſt z. B. der Olivin für die baſaltiſchen Geſteine, der Hauyn und Noſean für die Trachyte und

Phonolithe, der Lithionturmalin für Lithionglimmergesteine, der Chiastolith für gewisse Urthonschiefer ein bezeichnender zufälliger Gemengtheil.

Wenn nun aber auch ein Mineral unwesentlich für den Bestand einer Felsart erscheint, so ist es doch nicht als ein **zufälliger** Gemengtheil, sondern als ein gesetzmäßiger Verwandter von irgend einem wesentlichen Gemengtheile derselben zu betrachten, sei es nun, daß dieser wesentliche Gemengtheil erst aus der Umwandlung eines unwesentlichen Gemengtheiles oder umgekehrt dieser letztere aus der Umwandlung oder Zersetzung eines wesentlichen Gemengtheiles hervorgegangen ist, sei es auch, daß in der ursprünglichen Mutterlösung oder Mutterschmelzmasse alle die chemischen Bestandtheile in derjenigen Qualität und Quantität vorhanden waren, daß sich aus ihnen zugleich die wesentlichen und unwesentlichen Gemengtheile einer Felsart entwickeln konnten. In der I. Abtheilung („Mineralogie") dieses Werkes ist da, wo von den Associationen der Mineralien (§. 94—99) die Rede war, dieser Gegenstand schon sattsam erörtert worden. Hier möge daher nur ein Beispiel das im Vorstehenden Ausgesprochene erläutern. Wie die Erfahrung lehrt, können aus der Umwandlung des Turmalins Glimmer, Chlorit und Talk entstehen. Wenn sich daher in dem Turmalinschiefer da und dort Glimmer- oder Chloritkrystalle als unwesentliche Beimengungen zeigen, so ist das nicht zufällig, sondern eine natürliche Folge der theilweisen Umwandlung des Turmalins in die eben genannten beiden Minerale. — Ebenso liegen sehr oft in der Masse des Basaltes Drusen und Bündel von Zeolithen. Da nun bekanntlich diese Minerale aus der Umwandlung des Labradors entstehen können, so sind dieselben keine zufälligen Beimengungen der Basaltmasse, sondern gesetzmäßige Umwandlungsproducte eines wesentlichen Basaltgemengtheiles.

§. 121. **Das Gefüge oder die Structur.** — Die Art und Weise, in welcher sich die einzelnen Mineralindividuen zum massigen Gesteine mit einander verbinden, ist abhängig theils von ihrer Entwickelungsweise aus einem gemeinsamen Schmelze (Mutterlösung oder Magma), theils von den Körperformen, welche sie bei ihrer Entwickelung erhielten.

a. Entstehen Mineralien aus einer gemeinsamen Mutterlösung, so können sie sich entweder alle zu gleicher Zeit aus derselben abscheiden oder die einen können sich schneller entwickeln als die anderen.

1) Bei gleichzeitiger Entwickelung erscheinen die einzelnen Mineralindividuen mehr oder minder gleichmäßig und so unter einander gemischt, daß man nicht entscheiden kann, ob irgend eins der unter einander verwachsenen Mineralien die Grundlage für die anderen bildet.

α. Haben sich in diesem Falle die einzelnen Individuen normal entwickeln können, was bei verdünnten Lösungen und bei ganz allmählicher Verdampfung des Lösungsmittels oder bei sehr langsamer Abkühlung der gelösten Substanzen stattfinden kann, dann erscheint die so entstandene Aggregation

aus lauter mehr oder minder ausgebildeten Kryſtallen zuſammengeſetzt und ſtellt ſo ein kryſtalliſches Gemenge dar. §. 121.

β. Können dagegen die aus einer gemeinſamen Mutterlöſung ſich nicht vollſtändig entwickeln, was bei einer ſchon concentrirteren Löſung oder auch bei einer raſchen Verdampfung des Löſungsmittels der Fall iſt, dann beſteht die ſo entſtehende Aggregation aus lauter kryſtalliniſchen Körnern, Stengeln, Faſern, Blättern oder Schuppen und bildet ſo ein kryſtalliniſches (körniges, ſtengeliges, faſeriges, blätteriges oder ſchuppiges) Gemenge.

γ. Können endlich die einzelnen, ſich bildenden, Individuen gar nicht zur Entwickelung ihrer Körpergeſtalt gelangen, was bei möglichſt concentrirten Schmelzen oder Löſungen und bei einer ſehr raſch eintretenden Verdampfung oder auch bei einer plötzlich eintretenden ſtarken Abkühlung und in Folge davon faſt momentanen Erſtarrung der in Schmelz oder Löſung befindlichen Mineralſubſtanzen ſtattfindet, dann entſtehen nur dichte oder auch amorphe oder glasartige Mineralmaſſen, in welchen die einzelnen Mineralarten oft kaum noch unter einem guten Mikroſkope zu bemerken ſind. Bisweilen jedoch erſcheinen dieſe dichten Gemenge nur dem bloßen Auge amorph, während ſie ſchon unter einem einfachen Vergrößerungsglaſe noch kryſtalliſch ausſehen. In dieſem Falle nennt man ſie mikro- oder kryptokryſtalliniſche Gemenge.

Erklärung: In der neueren Zeit hat man in Folge von Unterſuchungen künſtlich dargeſtellter Dünnſchliffe von einzelnen Kryſtallen ſowohl wie von Felsarten unter dem Mikroſkope die Erfahrung gemacht, daß ſelbſt ganz glaſig ausſehende Mineralmaſſen, wie z. B. Obſidian, unter einem guten Mikroſkope in ihrem Innern noch mehr oder weniger zahlreiche Embryonen oder Rudimente von kleinen Kryſtallen oder kryſtalliſchen Faſern enthalten; ja in den Dünnſchliffen ſehr dichter Geſteine, z. B. des Baſaltes, Melaphyres, Pechſteins und Obſidianes, hat man dieſe Kryſtallembryone oder Mikrolithe ſogar in ſtromartigen Reihen — ähnlich wie die Blutkügelchen im Blute — beobachtet, was offenbar darauf hindeutet, daß innerhalb der ſchon glasartig erſtarrten Hauptmaſſe noch eine Beweglichkeit einzelner Theile ſtattfand, — (etwa ſo, wie in dem glasähnlichen Malzzucker ſich noch einzelne Zuckertheile zu kryſtalloïdiſchen Maſſetheilen verbinden können, wodurch der vorher durchſichtige Zucker trübe wird und ſein glaſiges Anſehen verliert —). Man hat die, mit ſolchen Mikrolithſtrömen verſehene glaſige oder dichte Structur der Geſteine Mikrofluctuationsſtructur genannt, während man die in derſelben vorkommenden Mikrolithe, wenn ſie durchſichtige Nädelchen und Säulchen darſtellten, Belonite und, wenn ſie ſchwarze, undurchſichtige, gerade oder geſchlängelte Haare bildeten, Trichite nannte.

2) Bei einer ungleichzeitigen Entwickelung der aus einer und derſelben Mutterſchmelz- oder Mutterlöſungsmaſſe (Magma) ſich

§. 121. entwickelnden Mineralindividuen können zweierlei Fälle gedacht werden, nemlich:

α. Es entwickeln ſich aus dem Muttermagma ein oder mehrere Mineralarten ganz normal nach ihrer chemiſchen Conſtitution und Kryſtallform, erſchöpfen aber hierdurch die nun noch übrige Mutterlauge ſo, daß in ihr die chemiſchen Beſtandtheile nicht mehr in dem Mengeverhältniſſe vorhanden ſind, daß ſich die nun noch entwickelnden Mineralarten normal ausbilden können. In dieſem Falle werden die letzteren ein undeutliches, feinkörniges oder dichtes Gemenge um die zuerſt entſtandenen, kryſtalliſch ausgebildeten Mineralarten bilden und ſo diejenige Aggregationsform darſtellen, welche man die porphyriſche nennt. Aber in dieſem Falle iſt auch die Grundmaſſe den in ihr eingebetteten Kryſtallen mehr oder minder chemiſch verwandt.

β. Wenn ein von Mineralgaſen und dampfförmigen Löſungen durchzogener Schmelz, wie dieſes unter anderem bei der Lava der Fall iſt, ſchnell erſtarrt, ſo entſtehen in demſelben eine große Zahl von größeren und kleineren, kugeligen, mandelförmigen oder ſchlauchähnlichen Blaſenräumen, welche mit den in dem früheren Geſteinsſchmelze vorhandenen Gaſen und Dämpfen erfüllt ſind. Aus der Verdichtung dieſer letztgenannten Subſtanzen entſtehen nun kryſtalliſche Mineralien, welche die früheren Blaſenräume mehr oder minder ausfüllen und gewöhnlich von ganz anderer chemiſcher Zuſammenſetzung ſind, als die ſie einſchließende Geſteinsmaſſe. — Es kann aber auch vorkommen, daß die in den Blaſenräumen dieſer Geſteinsmaſſen vorhandenen Gaſe und Dämpfe ſich einen Abzugskanal aus ihren Blaſen erbrechen und daß dann nach ihrem Abzuge durch die von ihnen erbrochenen Kanäle ſpäter von Außen her Mineralöſungen, welche aus der theilweiſen Zerſetzung der Grundmaſſe entſtanden ſind, in die Blaſenräume eindringen und dieſelben bei ihrer Verdichtung mit Mineralſubſtanzen von ganz fremdartiger Beſchaffenheit mehr oder weniger erfüllen. — Die auf dieſe Weiſen entſtandenen Geſteinsmaſſen nennt man Mandelſteine, weil die in ihren Blaſenräumen vorhandenen Mineralien meiſt die Geſtalt von Mandeln haben, und ihre Aggregationsform wird die mandelſteinförmige oder amygdaloïdiſche genannt.

Erklärungen:

1) Bei der Erſtarrung von allen Geſteinsmaſſen entſtehen oft zahlreiche, die erſtarrende Geſteinsmaſſe nach allen Seiten hin durchziehende, netzförmige Spalten und Lücken. Werden dieſe ſpäter durch kryſtalliſche Mineralien ausgefüllt, deren Bildungsmittel theils aus den, ſich aus den erſtarrenden Geſteinsmaſſen ausſondernden, Dämpfen und Gaſen, theils aus Auslaugungsproducten der ſie umſchließenden Geſteins-

maſſe, theils auch aus Löſungen, welche von Außen her in die leeren Geſteinsräume eindringen, beſtehen können, ſo erhalten ſolche Geſteine eine druſige Structur. §. 121.

2) Beſtehen die Mandel-Mineralien aus Subſtanzen, welche durch reines oder Kohlenſäure haltiges Waſſer gelöſt und ausgelaugt werden können, wie dieſes z. B. beim Kalkſpathe der Fall iſt, oder werden die Wände der Blaſenräume eines Mandelſteins durch Verwitterung erdig und abſchlämmbar, ſo daß die Mandelminerale aus ihren Blaſen herausfallen können, ſo zeigen die Mandelſteine ſich voll leerer Blaſen, ſo daß ſie einige Aehnlichkeit mit einem von Blattern zerriſſenen Geſichte bekommen, weshalb man ſie dann auch Blatterſteine oder Variolithe und ihre Structur cavernös, blaſig oder variolithiſch nennt.

b. Wie nun die gleichzeitige oder ungleichzeitige Entwickelung der einzelnen Mineralindividuen in der Maſſe einer Felsart die allgemeinen Structurverhältniſſe dieſer letzteren bedingen, ſo ſind nun im Beſonderen die Körperformen der einzelnen Gemengtheile die Urſache von der ſpeciellen Geſtaltung einer Structurart. In dieſer Beziehung iſt Folgendes zu bemerken.

Wie oben ſchon angedeutet worden, ſo können bei der gleichzeitigen Entwickelung der Mineralindividuen in einem Muttermagma dieſe letzteren auftreten:

1) als Kryſtalle oder kryſtalliniſche Körner von oft unbeſtimmt eckiger Geſtalt;
2) als kleine bis erbſengroße, theils ſtrahlig-faſerige, theils concentriſche ſchalige Kugeln und Linſen;
3) als Stengel oder Faſern, welche nichts weiter als ſehr in die Länge gezogene kleine Kryſtallſäulen ſind;
4) als Blätter, Lamellen oder Schuppen, welche nichts weiter als unausgebildete Tafelkryſtalle ſind;
5) als Pulver oder als Staub, welcher indeſſen unter dem Mikroſkope noch kryſtalliſche Formen zeigt.

Je nachdem nun die in der Maſſe einer Felsart vorherrſchend vorhandenen Mineralindividuen die eine oder die andere der eben genannten Körperformen beſitzen, muß die Zuſammenfügungsweiſe oder das Gefüge (Structur) einer Felsart folgende Modificationen wahrnehmen laſſen:

a. In Felsarten mit kryſtalliniſchem Gefüge erſcheint das letztere:

1) körnig-kryſtalliniſch, wenn die einzelnen Gemengtheile vorherrſchend die Geſtalt von eckigen Kryſtallkörnern haben und ordnungslos unter einander gemengt erſcheinen.

Man unterſcheidet nun weiter je nach der Größe der Körner großkörniges mit wenigſtens haſelnußgroßen, grobkörniges mit wenigſtens erbſengroßen, kleinkörniges mit wenigſtens hirſeſamengroßen, und feinkörniges Gefüge mit mohnſamengroßen Körnern. Dieſe verſchiedenen Modificationen können bei einer und derſelben Felsart vorkommen.

§. 121.

2) ſtengelig und faſerig, wenn die Maſſe einer Felsart vorherrſchend aus prismatiſchen, ſtengeligen, haar- oder faſerförmigen, in der Regel parallel mit einander verwachſenen Individuen beſteht.

Dieſe Modification des Gefüges zeigt ſich namentlich bei denjenigen Felsarten, deren vorherrſchender Gemengtheil ein im rhombiſchen oder monokliniſchen Syſteme kryſtalliſirendes Mineral iſt, ſo bei den Aragonit, Gyps, Hornblende oder Augit haltigen Geſteinen. Bei den letztgenannten Geſteinen erſcheint dann auch nicht ſelten das faſerige Gefüge ſtrahlig oder auch verworren faſerig.

3) blätterig oder ſchieferig, wenn die Maſſe einer Felsart vorherrſchend aus blätterigen, ſchuppigen und lamellenartigen Individuen beſteht, welche mehr oder minder parallele Lagen bilden, ſo daß die Geſteinsmaſſe ſich in der Richtung dieſer Lagen mehr oder weniger leicht in Platten ſpalten läßt. Je leichter ſich nun ein ſchieferiges Geſtein in ſolche Platten ſpalten läßt und je ebenflächiger dieſe Platten ſind, um ſo vollkommener iſt ihr Schiefergefüge. Dieſe Art des Gefüges kommt übrigens bei allen denjenigen Felsarten vor, deren vorherrſchender Gemengtheil Glimmer, Chlorit, Deleſſit, Talk, ſchuppiger Eiſenglanz, Graphit (— oder auch Kohlenlamellen —) — kurz ein in hexagonalen oder monoklinen Tafeln kryſtalliſirendes Mineral iſt.

Die Schieferung eines gemengten Geſteines tritt um ſo vollkommener auf, je mehr die körnigen Gemengtheile deſſelben zurücktreten und je vollſtändiger ſie von den blätterigen Mineralagen umhüllt werden. Dagegen erſcheint dieſes Gefüge um ſo unvollkommen ſchieferiger, welliger, wulſtiger, faltenreicher, alſo auch um ſo weniger in ebene Platten ſpaltbar, je mehr die körnigen Gemengtheile an Menge oder an Größe entwickelt ſind. Ein ſolches unvollkommen ſchieferiges Gefüge, in welchem der Glimmer nur noch dünne, unterbrochene, wellige, Lamellenüberzüge über den aus körnigen Mineralindividuen beſtehenden Lagen bildet, nennt man flaſerig. Beim Gneiße, welcher dieſes flaſerige Gefüge am deutlichſten zeigt, erſcheinen die Glimmerlamellen oft von Quarz- oder Feldſpathkörnern unterbrochen, ſo daß man ihre Lagen erſt deutlich hervortreten ſieht, wenn man das Geſtein in ſeinem Querbruche betrachtet.

4) rogenſteinartig oder oolithiſch, wenn eine kryſtalliniſche Geſteinsmaſſe aus lauter hirſen- bis erbſengroßen, ſtrahlig-faſerigen oder concentriſch ſchaligen, Kugeln beſteht, welche ſich entweder unmittelbar einander berühren oder in einer, ihnen mineraliſch gleichartigen, Grundmaſſe liegen und in ihrer Aggregation theils verſteintem Fiſchrogen (— daher: Oolith —), theils verſteinten Erbſen (— daher: Piſolith —) gleichen.

Dieſem Gefüge ganz ähnlich iſt das ſphärolithiſche, bei welchem aber die hirſen- bis erbſengroßen, meiſt er-

trisch schaligen, Kugeln aus einem pyrogenen, silicatischen Schmelze bestehen und glasigen Perlen ähnlich sehen (— daher: Perlstein oder Perlit —), während bei den Oolithen die einzelnen Kugeln hydrogen sind und vorherrschend aus kohlensaurem Kalk, namentlich Aragonit, Siderit oder auch Brauneisenerz bestehen.

b. In den Felsarten mit dichtem Gefüge sind die einzelnen Gemengtheile so klein, daß man ihre Körperformen nach dem früher Mitgetheilten nicht mehr mit bloßen Augen erkennt. Kann man indessen noch bei auffallendem Sonnenlichte ein starkes Glitzern an den einzelnen Theilen ihrer Oberfläche bemerken und läßt die Betrachtung mit der Loupe noch Körner oder Blättchen erkennen, dann ist das scheinbar dichte Gefüge noch ein mikrokrystallinisches. Wenn aber die Oberfläche eines dichten Gesteines selbst unter der Loupe so eben und glatt aussieht, als „wie ein Glasguß," dann erscheint das Gefüge eines solchen Gesteines glasartig oder auch schlackig.

Am reinsten erscheint das glasige Gefüge beim Obsidian. An ihm erkennt man auch, daß Gesteine mit glasartigem Gefüge einen muschelähnlichen Bruch mit scharfen Rändern besitzen.

Außerdem ist zu bemerken, daß dichte Gesteine lückig, porös, zellig, schaumig (wie beim Bimsstein) oder blasig sein — und, wie früher schon erwähnt, unter einem Mikroskope in dünnen Blättchen noch krystallinische Mineralien wahrnehmen lassen können.

Endlich ist darauf aufmerksam zu machen, daß dichte Gesteine, welche sich abreiben lassen oder abfärben, also erdig erscheinen, wie z. B. die Kreide, nicht zu den krystallinischen Gesteinen gehören.

Das im Vorstehenden über die Aggregationsweisen oder Gefügearten der Gemengtheile der krystallinischen Gesteine Mitgetheilte läßt sich in folgende Uebersicht zusammenfassen:

Die Mineralindividuen einer Felsart sind:

entweder gleichmäßig entwickelt als				oder ungleichmäßig entwickelt als	
Krystalle oder krystallische Körner	Blättchen oder Schuppen	Stengel oder Fasern	Pulver	theils Pulver oder feine Körner, theils als Krystalle	theils Pulver, theils als Mandeln
im krystallinisch körnigen Gefüge.	im schieferigen oder flaserigen Gefüge.	im stengeligen oder faserigen Gefüge.	im dichten und glasigen Gefüge.	im Porphyrgefüge.	im Mandelsteingefüge.
Diese Gefüge, welche man einfache nennt, sind durch gleichzeitige Entwickelung der Gemengtheile entstanden.				Diese Gefüge, welche man zusammengesetzte nennt, sind durch ungleichzeitige Entwickelung der Gemengtheile entstanden.	

Veränderungen, welche die Bestandesmassen der krystallinischen Felsarten erleiden können. — Schon während ihrer Entwickelung kann die Bestandesmasse einer krystallinischen Felsart theils durch schon zwischen ihren Massetheilchen vorhandene oder durch von Außen her auf die letzteren einwirkende Gase, Dämpfe und Flüssigkeiten, theils aber auch durch den §. 122.

§. 122 Erſtarrungsproceß ſelbſt ſowohl in ihrem Mineralgehalte wie in ihrer Aggregationsform mannichfach verändert werden. Noch mehr geſchieht dieſes nach ihrer vollſtändigen Entwickelung theils durch die, fortwährend auf ſie einwirkenden, Atmoſphärenſtoffe, — Waſſer, Sauerſtoff und Kohlenſäure, — oder durch den immer wiederkehrenden Wechſel der Temperaturen, theils durch den Einfluß von vulcaniſchen Eruptionsproducten und heißen Quellen oder auch von brennenden Kohlenflötzen. Es ſind demgemäß zweierlei Veränderungen, durch welche eine beſtimmte Geſteinsart in eine andere verwandelt werden kann, nemlich

a. Veränderungen, welche eine Geſteinsmaſſe *ſchon während ihrer Ausbildung* erleiden kann und welche darin beſtehen, daß
   α. ſich in der Maſſe derſelben außer den ihr normal zuſtehenden Gemengtheilen
      1) ein neuer, ihr normal nicht zuſtehender, Gemengtheil entwickelt,
      2) ein neuer Gemengtheil entwickelt und dabei einen vorhandenen verdrängt oder abſorbirt;
   β. aus dem normalen Gemenge der Felsart ein weſentlicher Gemengtheil verſchwindet, ohne daß ein neuer dafür eintritt,
   γ. zwar kein neuer Gemengtheil eintritt und auch kein ſchon vorhandener verſchwindet, aber das Gefüge der Felsart ſich ändert, was hauptſächlich dadurch herbeigeführt wird,
      1) daß eine ſich entwickelnde Felsart in ihren oberen Maſſen ſchneller erſtarrt, als in ihren unteren,
      2) oder daß einer ihrer Gemengtheile, namentlich ein in Blättern oder Stangen auftretender, in der erſtarrenden Geſteinsmaſſe vorherrſchend wird.

Durch dieſe Arten von Veränderungen werden die ſogenannten *Uebergänge von einer Felsart zur anderen* herbeigeführt.

Einige Beiſpiele werden die eben gegebenen Andeutungen erläutern:

1) Wenn ſich in der Maſſe des kleinkörnigen Granites große Feldſpathkryſtalle einfinden, ſo wird er dadurch porphyrartig oder ſogar ein wirklicher Felſitporphyr, wenn das Hauptgemenge des Granites ſehr feinkörnig iſt oder faſt dicht erſcheint.
2) Wenn ſich in der Maſſe des Granites neben ſchwarzem Glimmer auch viel Hornblende entwickelt zeigt, ſo wird der Granit ſyenitartig. Und wenn nun die Hornblende ſich in noch größerer Menge einſtellt und dabei der Glimmer immer mehr verſchwindet, ſo bildet das ſo beſchaffene Geſtein einen Uebergang vom Granite zum Syenit, welcher endlich wirklich in ſeinem normalen Gemenge zum Vorſcheine kommt, ſobald auch der Quarz aus dem urſprünglichen Granite verſchwindet.
3) Wenn ferner in dem Gemenge des Granites der Glimmer mehr und mehr verſchwindet, ſo daß zuletzt nur ein Gemenge von Feldſpath und Quarz mit einzelnen Glimmerſchüppchen übrig bleibt, ſo geht der Granit in Granulit über, welcher endlich normal gebildet erſcheint, wenn auch die letzte Spur von Glimmer verſchwunden iſt.
4) Wenn ferner in einem recht glimmerreichen Granite die Glimmerlamellen während der Entwickelung der Geſteinsmaſſe ſich zum Theil lagenweiſe ordnen, ſo zeigt der erſtarrte Granit mehr oder weniger Anlage zum flaſerigen oder ſchieferigen Gefüge und bildet hierdurch ein Uebergangsgeſtein zwiſchen körnigem Granit und flaſerigem Gneiß.

5) Wenn endlich ein massig entwickelter vulcanischer Schmelz, — z. B. §. 122. Basalt, — von Außen nach Innen erstarrt, so erscheinen seine obersten, am schnellsten erstarrenden, Massen schlackig und blasig; die zunächst unter ihnen folgenden, schon langsamer erstarrten, Massen amygdaloïdisch oder auch porphyrisch; die unter diesen lagernden, noch allmählicher erstarrten, Massen dicht bis feinkörnig; die zu unterst lagernden Massen endlich, welche am langsamsten erstarrten, deutlich körnig-krystallinisch. Es zeigt demnach in diesem Falle eine und dieselbe Masse je nach ihrer schnelleren oder langsameren Erstarrung ein verschiedenes Gefüge und zwischen je zwei ihrer deutlich entwickelten Lagen eine Zone, in welcher nach unten das Gefüge der unter ihr lagernden, und nach oben das Gefüge der über ihr lagernden Masse mehr oder minder deutlich zum Vorschein kommt. Recht deutlich konnte man dieses Alles in dem, nun ausgebeuteten, Basaltstocke an der Kupfergrube (2 Meilen westlich von Eisenach) sehen; denn in diesem Stocke folgten von oben nach unten: Blasiger Basalt, Basaltmandelstein, dichter Basalt, Anamesit und Dolerit; aber in dem Basaltmandelsteine nahmen nach unten die Mandeln immer mehr ab, so daß er allmählich zu ganz dichtem Basalte wurde, welcher nun selbst wieder nach unten allmählich körnig wurde, bis er in seiner untersten Lage einen deutlich körnigen Dolerit bildete.

In dieser Weise sind also die Uebergänge nur Zwischenbildungen zwischen zwei Gesteinsarten, welche theils schon ihrem ganzen Bestande nach einander verwandt sind, theils einen Gemengtheil besitzen, aus welchem sich unter günstigen Verhältnissen ein anderer Gemengtheil entwickeln kann, welcher dann das Vermittelungs- oder Uebergangsglied von der einen zur anderen Felsart bildet.

Dieses ist z. B. der Fall mit der Hornblende, aus welcher sich Magnesiaglimmer und auch Quarz entwickeln kann, so daß also ein Syenit, in welchem sich die Hornblende theilweise in Glimmer umgewandelt hat, einen Uebergang zum Granit bildet.

b. Veränderungen, welche eine Gesteinsmasse erst nach ihrer Ausbildung erleiden kann. — Zweierlei Potenzen sind es namentlich, welche auf eine theilweise oder totale Umwandlung von krystallinischen Felsarten einwirken können. Unter ihnen sind die einen mehr localer Natur und darum auch nur auf die in ihrer nächsten Umgebung vorkommenden Felsarten einwirkend; die anderen aber sind universell und wirken überall auf die Massen der Erdrinde ein, soweit diese letzteren mit der Atmosphären- und Wasserhülle des Erdkörpers in Berührung kommen.

1) Zu den local wirkenden Potenzen gehören die Exhalations- und Eruptionsproducte noch thätiger Vulcane, die heißen Quellen und auch die brennenden Steinkohlenflötze. Unter ihnen wirken die ersten, — die Vulcanenproducte — theils durch die Hitze ihrer Schmelzmassen, theils durch diese Schmelzmassen selbst, theils auch durch die Dämpfe und Gase, welche vor, während und nach den Eruptionen aus dem Krater oder den Spalten der den Vulcanberg bildenden Gesteinsmassen entweichen.

Durch die Hitze werden die Gesteinsmassen nicht nur äußerlich verglast oder gefrittet, sondern auch

§. 122. mehr oder weniger weit in ihre Maſſe hinein erweicht, gelockert oder auch verſchlackt. Sind nun die emporſteigenden Schmelzmaſſen dünnflüſſig, ſo können ſie, zumal wenn ſie einerſeits durch eine feſte, ſtarre Decke von Oben und andererſeits durch nachdrängende Dämpfe von Unten her ſtark zuſammengepreßt werden, ſich in die gelockerten oder riſſigen Wandgeſteine ihres Eruptionskanales hineinquetſchen und hierdurch die Maſſe derſelben mehr oder weniger in ihrem Beſtande umwandeln. Daß dann hierdurch nicht nur die mineraliſchen Eigenſchaften, ſondern auch das Gefüge ſolcher von Vulcanſchmelzen durchdrungenen Geſteine mannichfach verändert werden, daß z. B. in dieſer Weiſe der Thonſchiefer zu Gneiß, Glimmerſchiefer, Hornblendegeſtein oder ſelbſt zu Felſitporphyr werden kann, iſt leicht denkbar, wenn auch die Porphyriſirung des Thonſchiefers im Gebiete des Rheines (z. B. im Lennethal) und die durch Verſuche beſtätigte Umwandlung von dichtem kohlenſauren Kalk in körnig-kryſtalliniſchen oder in dolomitiſchen Kalkſtein nicht als Facta vorlägen. — Aber noch mannichfacher, als die Vulcanſchmelze mit ihrer Hitze wirken die vulcaniſchen Gasexhalationen. Durch dampfförmige Kieſelſäure werden kieſelſäurearme Feldſpathgeſteine in kieſelſäurereiche und kohlenſaurer Kalk in kieſelſauren Kalk umgewandelt, wie man z. B. an dem von Baſalt durchdrungenen Muſchelkalk bei Hörſchel unweit Eiſenach, welcher zu beiden Seiten eines Baſaltganges faſt 10 Zoll breit kieſelſauer geworden iſt, bemerken kann. — Noch häufiger und wirkſamer zeigen ſich die Schwefelwaſſerſtoff oder Schwefelſäure haltigen Dämpfe; denn ſie verwandeln Metalloxyde in Schwefelmetalle, Trachyte und Laven in Alaunſtein und kohlenſauren Kalk in Gyps.

Wie nun die Eruptions- und Exhalationsmaſſen gewaltſam und ſchnell die von ihnen durchdrungenen Geſteinsmaſſen wenigſtens ſtreckenweiſe verändern, ſo wirken nun auch wohl ſicher die heißen Quellen mittelſt der in ihnen gelöſten alkaliſchen Salze und Kieſelſäure mannichfach verändernd auf die während ihres untererdiſchen Zuges von ihnen unaufhörlich berührten und durchzogenen Geſteine ein; leider aber iſt dieſes ihr untererdiſches Wirken ſo geheimnißvoll, daß man nicht mit Sicherheit die Art und die Producte ihres Schaffens verfolgen und angeben kann.

2) Weit bedeutſamer und umfangreicher, als die vulcaniſchen Potenzen und Agentien, wirken die überall auf der Erde vorhandenen Atmoſphärilien und Gewäſſer. Ihr Wirken und Schaffen iſt ein wahrhaft univerſelles und nicht bloß die über die Erdoberfläche hervorragenden Felsmaſſen umfaſſendes, ſondern auch ſo weit die Maſſen der Erdrinde ergreifendes, als Waſſer mit Luft von Außen her in das Innere dieſer Rinde eindringen kann. Iſt nun auch ihr Wirthſchaften nur ein ſehr langſames, nur von Atom zu Atom der von ihnen angegriffenen

Gesteinsmassen vorwärtsbringendes, so ist es doch ein nachhaltiges, nimmer ruhendes und darum auch geeignet, im Verlaufe der Zeiten die größten Massen der Erdrinde umzuwandeln. Da nun auch von ihrem Wirken die Bildung allen Erdschuttes und durch diesen auch die Entstehung der bei weitem meisten und massenhaftesten klastischen Gesteine, ja auch die Erzeugung allen Landes abhängt, so ist es von der größten Wichtigkeit, das Schaffen und Wirken dieser universellen Umwandlungspotenzen der krystallinischen Felsarten genauer kennen zu lernen.

Fortsetzung. — Veränderung der krystallinischen Felsarten durch den Verwitterungsproceß. — Unter der Verwitterung der Felsarten versteht man im Allgemeinen alle diejenigen Veränderungen, welche eine Gesteinsmasse von ihrer, mit der Außenwelt in Berührung stehenden, Oberfläche aus theils durch klimatische Verhältnisse, theils durch die Bestandtheile der Atmosphäre (d. i. durch die Atmosphärilien) oder auch theilweise durch die Zersetzungsstoffe abgestorbener Organismenreste erleidet, und durch welche sie in Steinschutt und Erdboden umgewandelt wird. §. 123.

Um nun das Wesen des, bei dieser Umwandlung der Gesteine in krümliche Erde stattfindenden, Processes kennen zu lernen, ist es nothwendig, einerseits die Kräfte und Stoffe, welche denselben einleiten und ausführen, und andererseits die Producte ihres Wirkens genauer zu untersuchen.

A. Unter den Kräften und Stoffen, welche den Verwitterungsproceß vollbringen, bereiten die einen die Gesteinsmassen zur Aufnahme der eigentlichen Umwandlungsagentien vor, während die anderen die so zubereiteten Gesteinsmassen verändern und umwandeln; man hat daher bei der Betrachtung des Verwitterungsprocesses einleitende oder anregende Potenzen und umwandelnde Agentien zu unterscheiden (vgl. hierzu §. 73—81 in der I. Abtheilung der Synopsis).

a. Einleitende Verwitterungspotenzen. — Die Erfahrung lehrt, daß eine und dieselbe Felsart nicht an allen Orten der Erdoberfläche gleich stark und gleich schnell verwittert, — daß z. B. eine Granitmasse an der Nordseite eines Berges, in der Polarzone oder an stets feuchten, von Pflanzen bedeckten, Orten unter sonst gleichen Verhältnissen weit langsamer zerstört wird, als an den südlichen Gehängen der Berge, in der gemäßigten Zone oder an abwechselnd feuchten und trockenen, pflanzenbedeckten Orten; — daß ferner das Gefüge, ja daß auch die vorherrschende Farbe einer Felsart einen großen Einfluß auf die leichtere oder schwerere Verwitterbarkeit derselben ausübt. Die Ursache von dieser Erscheinung nun liegt hauptsächlich in dem Einflusse, welchen der Wechsel der Temperaturen auf eine Felsart ausübt.

Es ist allbekannt, daß steigende Temperaturgrade die Massetheile eines Körpers um so mehr ausdehnen, je schneller und stärker dieselben die Wärmestrahlen der Sonne in sich aufzu-

§. 123. nehmen vermögen; ebenſo aber weiß man, daß die, durch die Wärme ausgedehnten und an Volumen größer gewordenen Maſſetheile wieder um ſo mehr ſich zuſammenziehen und an Volumen kleiner werden, je ſchneller und je mehr die von ihnen aufgenommene Wärme aus ihnen wieder entweicht. Endlich lehrt auch die Erfahrung, daß Körper die Wärmeſtrahlen um ſo ſchneller in ſich aufnehmen, aber auch um ſo ſchneller wieder von ſich geben, und demgemäß ſich bei ſteigender Temperatur um ſo ſtärker ausdehnen und dann bei abnehmender Wärme wieder um ſo mehr zuſammenziehen, je dunkler gefärbt oder je rauher und körniger ihre Oberfläche iſt. — Wenn nun aber ein ſolcher Temperaturwechſel ſich oft wiederholt, ſo muß durch die in Folge davon ſich ebenfalls wiederholende Ausdehnung und Zuſammenziehung der Maſſe eines Körpers dieſe letztere dadurch in ihrem Zuſammenhalte ſo gelockert werden, daß ſie Riſſe und Sprünge bekommt, die ſich von Außen nach Innen immer weiter in ihre Körpermaſſe hineinziehen und am Ende ſogar bewirken, daß dieſe letztere zerfällt. Am auffallendſten indeſſen macht ſich die eben beſchriebene Wirkung des Temperaturwechſels bemerklich bei Felsarten, deren Maſſe aus verſchiedenen, heller und dunkler gefärbten, Mineralarten zuſammengeſetzt iſt, wie z. B. beim Granite. Denn indem bei dieſen die dunkler gefärbten Gemengtheile ſich ſtärker ausdehnen und zuſammenziehen als die heller gefärbten, muß auch die Verwachſung zwiſchen dieſen beiden Arten der Gemengtheile um ſo leichter zerriſſen werden, je grobkörniger das Gefüge ihrer Felsart iſt.

Aber mit dieſer Auflockerung und Zerreißung der Maſſe einer Felsart durch den Wechſel der Temperaturen iſt nur erſt der Anfang zur mechaniſchen Zerſtörung der Geſteinsmaſſe gemacht. Fortgeſetzt und vollendet wird dieſelbe durch die zweite einleitende Potenz des Verwitterungsproceſſes, nemlich durch das Waſſer. Wie dieſes wirkt, das iſt ſchon früher im §. 8 S. 14 mitgetheilt worden.

Außer dem Wechſel der Temperatur und dem Waſſer wirkt endlich auch noch das Reich der Gewächſe mannichfach zerſtörend auf die Geſteinsmaſſen ein. — Wer irgend mit Aufmerkſamkeit die Außenflächen von Felsmaſſen beobachtet, wird auch ſchon bemerkt haben, daß wohl die meiſten aus der Erdoberfläche hervorragenden Felsmaſſen hauptſächlich an denjenigen ihrer Flächen, welche von feuchten Luftſtrömungen benetzt werden (alſo an ihrer ſogenannten Wetterſeite), mit feſt anhaftenden Ueberzügen oder Kruſten von verſchieden gefärbten, oft faſt punktförmigen Schurf- oder Rindenflechten bedeckt ſind, deren Keime von den Luftſtrömungen umhergefluthet an allen angefeuchteten Körperflächen haften bleiben und ſich dann ſo ſtark vermehren, daß ſie in kurzer Zeit große Felsflächen ganz überziehen. Dieſe faſt mikroſkopiſch kleinen Pflanzen machen die

Felsflächen durch ihre Ueberzüge rauh, ſo daß ſie gute Wärme- §. 123.
ſtrahler werden und ſich in Folge davon leicht mit Thau und Feuchtigkeit beſchlagen; ſodann ſaugen ſie unaufhörlich Waſſer an und halten daſſelbe feſt, ſo daß die mit ihm verbundenen Atmoſphärenſtoffe, vor allem die Kohlenſäure, nachhaltig die unterliegende Felsmaſſe anätzen können; endlich geben ſie ſelbſt bei ihrem Abſterben mancherlei Säuren, mittelſt deren ſie hauptſächlich alle Kalkerde haltigen Mineralmaſſen zerſetzen können. — So ſind alſo die Flechten die Mittel, mittelſt deren die Natur aus der ſtarren, kahlen Felsſtirne die erſten Spuren von Erdkrume ſchafft, welche dann von anderen Gewächſen in Beſitz genommen und immer mehr entwickelt werden, bis ſie zuletzt auch Sträuchern und Bäumen zum gedeihlichen Wohnſitze dienen können. Dieſe letztgenannten Arten des Pflanzenreichs vollenden endlich das Werk der kleinen Schurfflechten. Mit ihren kräftigen Holzwurzeln klemmen ſie ſich in alle Ritzen und Spalten ihrer felſigen Wohnſitze und ſuchen ſie theils durch Gewalt mit ihren ſich ausdehnenden Wurzeln zu zertrümmern, theils auf chemiſchem Wege durch von ihnen ausgeſchiedene Stoffe zu zerſetzen. Und was ihnen nicht während ihres Lebens gelingt, das vollführen ſie doch noch durch ihre verweſenden Körperreſte; denn aus dieſen entwickeln ſich gar mancherlei Stoffe, welche zerſetzend auf die verſchiedenſten Mineralſubſtanzen einwirken, wie im Folgenden noch gezeigt werden wird.

b. *Geſtein umwandelnde Agentien.* — Die im Vorigen erwähnten Kräfte und Stoffe machen vorzüglich den Körper der Mineralien zugänglich für diejenigen Agentien, welche ſich mit einzelnen Beſtandtheilen der Mineralmaſſe verbinden, ſie dadurch aus ihrem bisherigen Verbande ziehen und auf dieſe Weiſe die Maſſe der von ihnen angeätzten Mineralien ganz oder theilweiſe zerſetzen oder doch in eine andere Art von Mineralien umwandeln. Zu dieſen Agentien nun, welche chemiſch zerſetzend und umwandelnd auf die von ihnen dauernd berührten Mineralien einwirken, gehören vor allen der *Sauerſtoff*, die *Kohlenſäure* und die bei der Verweſung von Organismenreſten, namentlich von Pflanzen, frei werdenden *Humusſäuren* und *humusſauren Alkalien*. —

Unter welchen Verhältniſſen nun die eben genannten Atmoſphärenſtoffe auf die Maſſe der Felsgemengtheile einwirken, wie ſie auf dieſelben einwirken und welche Producte ſie aus ihnen erzeugen, das iſt ſchon kürzlich im §. 8 S. 12 und 13 und in der I. Abtheilung: Mineralogie §. 82 — 87 beſprochen worden. Das in dieſen Paragraphen Mitgetheilte zeigt zur Genüge, welche wichtige Rolle die Kohlenſäure bei der Zerſetzung der Mineralien ſpielt, zumal wenn man bedenkt, daß gerade die am weiteſten auf der Erde verbreiteten und für die Erzeugung allen Erdbodens wichtigſten Felsarten vorherrſchend aus Mineralien beſtehen,

§. 123. welche durch Kohlenſäure haltiges Waſſer zerſetzbar ſind. nun dieſe Säure am reichlichſten bei der Zerſetzung abgeſtorb Pflanzenkörper erzeugt wird, ſo darf man mit vollem R ſagen: Wo unaufhörlich Feuchtigkeit und Kohlenſäure auf F arten einwirken kann, da geht die Geſteinszerſetzung, die bodenbildung und auch die Erzeugung von Pflanzennahrung ſtärkſten vor ſich, da aber iſt auch die Pflanzenwelt am üppi und mannichfaltigſten; wo aber dieſe ſich reichlich entwickelt, wird aus ihren abgeſtorbenen Körpergliedern auch wieder reichlichſten Kohlenſäure und Feuchtigkeit entwickelt, welche wieder auf die noch vorhandenen Felsgeſteine zerſetzend einw können. In dieſer Beziehung arbeiten ſich alſo Mineralien- Pflanzenwelt einander in die Hände.

Aber die Pflanzenwelt erzeugt außer Kohlenſäure und F tigkeit bei dem Abſterben ihrer Körperglieder auch andere St welche in mancher Beziehung noch kräftiger auf die Min zerſetzung einwirken, als die Kohlenſäure. — Jede Pflanze hält neben ihren eigentlichen — aus Kohlen-, Waſſer- Sauerſtoff oder aus dieſen Elementen und Stickſtoff nebſt Sch oder Phosphor beſtehenden — organiſchen Subſtanzen auch Alkalien und alkaliſche Erden. Sobald nun in den Glie ihres Körpers die Lebensthätigkeit aufhört, treiben dieſe, ſtarken Säuren ſehr begierigen, alkaliſchen Beimiſchungen eben erwähnten organiſchen Subſtanzen an, ſich zu zerſetzen aus ſich heraus Säuren zu entwickeln, welche unter dem Na der Humusſäuren bekannt ſind, und unter denen man Ulmi Humin-, Quell- und Geïnſäure unterſcheidet. Mit di Humusſäuren, unter denen übrigens die Ulmin- und Hu ſäure für ſich allein in Waſſer ganz unlöslich ſind, verbi ſich die im Pflanzenkörper vorhandenen Alkalien und namen auch das aus den ſtickſtoffhaltigen organiſchen Subſtanzen entwickelnde Ammoniak, zu humusſauren Alkalien, w ſich in der Feuchtigkeit des Bodens mit weingelber, gelbbra oder kaffeebrauner Farbe löſen, wie man leicht beobachten k wenn man abgeſtorbenes, ſchon ſchwärzlich gefärbtes Laub heißem Waſſer übergießt. Dieſe humusſauren Alkalien — allen aber das quellſaure Ammoniak, welches ſich ha ſächlich in den tieferen, mehr oder weniger gegen die Luft ſchloſſenen, Lagen des Bodens aus den Wurzeln der Pfla und ebenſo in Torfmooren entwickelt — üben einen merk digen Einfluß auf die meiſten Mineralien aus. Wie dem faſſer dieſer Zeilen zahlreiche und vielfach wiederholte Ver gelehrt haben, ſo vermögen die Salze — und namentlich quellſaure Ammoniak — viele Mineralien, welche an ſich löslich erſcheinen, in ſich aufzulöſen, fortzufluthen und erſt wieder — und zwar unzerſetzt — abzuſcheiden, wenn Humusſäuren ſich in Kohlenſäure umgewandelt haben und

solche verdunsten. Hauptsächlich gilt alles dieses von den kohlen-, §. 123.
phosphor- und schwefelsauren Salzen der Erden und Schwermetalloxyde. Das Merkwürdige bei diesem Processe ist, daß z. B. das quellsaure Ammoniak zu gleicher Zeit zwei bis vier solcher Mineralien in sich aufzulösen vermag und sie auch unzersetzt nach einander wieder ausscheiden kann, wenn anders diese Mineralien einerlei Säuren — z. B. Kohlensäure — besitzen, so daß sie sich gegenseitig nicht zersetzen können. Ebenso ist aber auch wohl zu beachten, daß die von den humussauren Alkalien aufgelösten Mineralien nur dann unzersetzt bleiben, wenn sie keine Säuren besitzen, zu denen die Alkalien der humussauren Salze eine starke Verbindungsneigung haben. Ist dieses letztere freilich der Fall, dann nehmen die Alkalien den aufgelösten Salzen die Säuren und geben den Basen derselben ihre Humussäure, wodurch diese letzteren gar oft unlöslich werden. Dieses geschieht z. B., wenn huminsaures Ammoniak mit phosphorsaurem Kalk sich mischt; in diesem Falle entsteht lösliches, phosphorsaures Ammoniak und unlöslicher huminsaurer Kalk, aus welchem dann zuletzt bei der höheren Oxydation der Huminsäure kohlensaurer Kalk wird.

Die humussauren Alkalien wirken also nicht bloß lösend, sondern auch zersetzend auf die Gemengtheile der Felsarten ein. Ganz besonders geschieht dieses letztere, wenn sie mit zusammengesetzten Silicaten, welche reich an Alkalien sind, in Berührung kommen. Sie lösen alsdann aus der Bestandesmasse derselben die kieselsauren Alkalien und alkalischen Erden unzersetzt heraus. Sie wirken demnach in dieser Beziehung ähnlich wie die Kohlensäure, aber viel rascher und auch stärker, wie die letztgenannte Säure.

B. Im Allgemeinen lassen sich Gang und Producte des Verwitterungsprocesses namentlich bei den krystallinischen Gesteinen in folgende Uebersicht bringen:

Das krystallinische Gestein

verwittert entweder ganz allmählich von Außen nach Innen:		zerfällt zuerst in gröberen oder feineren Grus, welcher	
und sondert seine Verwitterungsproducte lagenweise ab, so namentlich die viel Eisenoxyd ausscheidenden Hornblende und Augitgesteine.	und wird hierdurch in seiner ganzen Masse gleichmäßig umgewandelt, so die Orthoklas und Oligoklas reichen Gesteine.	entweder aus Trümmern der Felsart selbst	oder aus den einzelnen Mineralgemengtheilen der Felsart besteht
		und	
		noch zersetzbar ist.	nicht weiter zersetzbar ist (**Stabiler Sand**).

Bei dieser Verwitterung entstehen zweierlei Producte:

zuerst aus dem Gehalte der Alkalien und alkalischen Erden im Wasser lösliche Salze und auch wohl lösliche Kieselsäure, welche allmählich durch das Wasser ganz aus der Steinmasse ausgelaugt werden. (Auslaugungsproducte) Erstes Verwitterungsproduct.	sodann aus der vorhandenen kieselsauren Thonerde Thon, aus dem vorhandenen Eisenoxydul Eisenoxyd und unter gewissen Verhältnissen auch aus der vorhandenen kieselsauren Magnesia Speckstein, lauter Substanzen, welche durch kohlensaures Wasser nicht zersetzt oder gelöst werden können. (Auslaugungsrückstände) Letztes Verwitterungsproduct.

§. 123. Nach dieſer Ueberſicht ſind alſo die Verwitterungsprod
Felsart von zweierlei Art:

a. Die Einen werden durch das mechaniſche Wirken der
den Temperaturen und des Waſſers allein hervorgeb
beſtehen aus Trümmern gewaltſam zerriſſener F
Sie ſind es, welche den eigentlichen Stein- oder Felsſ
zugleich das Material bilden, aus welchem die chemiſch
Verwitterungsagentien die verſchiedenen Arten der
ſchaffen; denn wenn auch dieſe Agentien ſchon die
Oberfläche der Felſen anätzen, ſo ſchreitet von dieſe
Schaffen und Wirken, zumal bei feinkörnigen und dic
arten, nur äußerſt langſam vorwärts, ſo daß nach la
räumen oft kaum eine liniendicke Erdrinde auf ihr zu
iſt, welche noch dazu, wenn ſie die Felsoberfläche feſt
bedeckt, alle weiteren Angriffe von den, durch ſie üb
Felsmaſſen abhält. Wenn aber erſt durch häufig ab
Kälte und Wärme der Zuſammenhalt einer Felsmaſſe
und nach allen Richtungen hin riſſig geworden iſt; w
weiter das in alle Geſteinsriſſe eindringende Meteor
Eis erſtarrt und die Felsmaſſe in ein Chaos von Blöc
und Sand zerſprengt, dann können auch die chemiſch
Verwitterungsagentien ſchneller und ſtärker wirthſchaft
ſie können alsdann alle die einzelnen Trümmer, zumal di
zugleich von allen Seiten her angreifen und leichter
ihr, gewöhnlich ſchon durch das Zerſprengen ihrer M
gewordenes, Inneres eindringen. Die Blöcke und
Grus ſind daher als die Vorbereitungsmittel zur vo
ſetzung einer Felsmaſſe anzuſehen.

b. Die anderen Verwitterungsproducte dagegen werden
chemiſche Wirken vorzüglich der Atmoſphärilien hervo
— Mit ihrer Entwickelung beginnt die volle Zerſetz
Umwandlung einer Mineralmaſſe. Sauerſtoff und
ſäure bringen in der letzteren zweierlei Producte hervo
einerſeits im Waſſer lösliche und andererſeits im Waſſ
liche. Die erſteren, d. h. die in reinem oder Kohlenſ
tigem Waſſer löslichen, Producte werden nach und
der angeätzten Mineralmaſſe ganz ausgelaugt, ſo daß z
noch die in dieſer Maſſe unlöslichen Beſtandtheile zur
In dieſer Weiſe werden z. B. alle Mineralien, w
kieſelſaurer Thonerde und kieſelſauren Alkalien beſteh
das Kohlenſäure zuleitende Atmoſphärenwaſſer nach
ihrer ſämmtlichen Alkalien beraubt, ſo daß zuletzt nur
durch Kohlenſäure nicht angreifbare, kieſelſaure Tho
Verbande mit Waſſer (d. i. Thon) von ihnen übri
Wie nun in dieſem Falle, ſo entſtehen bei allen einerſe
erde, Eiſenoxyd oder Manganoxyd und andererſeits

alkalische Erden oder auch Eisen- und Manganoxydul haltigen zusammengesetzten Silicaten schon durch das Kohlensäure haltige Wasser allein stets zweierlei Verwitterungsproducte, nemlich §. 123.

1) Auslaugungsproducte, d. h. die Mineralbestandtheile, welche durch reines oder Kohlensäure haltiges Wasser aus einer verwitternden Mineralmasse herausgezogen und weggefluthet werden. Zu diesen gehören die mit Kieselsäure verbundenen Alkalien, alkalischen Erden und Monoxyde der Schwermetalle; ferner die phosphorsaure Kalkerde und die Fluormetalle, namentlich das Fluorcalcium. Unter den auslaugbaren Silicaten werden indessen nur die kieselsauren Alkalien und die kieselsaure Magnesia als Silicate (also unzersetzt) ausgelaugt; die übrigen alkalischen Erden dagegen und das Eisen- und Manganmonoxyd werden schon in der angeätzten Mineralmasse durch die Kohlensäure von ihrer Kieselsäure losgerissen und dann als doppelt-kohlensaure Salze von Wasser ausgelaugt.

2) Unauslaugbare Rückstände, welche durch Wasser wohl geschlämmt, aber nicht aufgelöst werden können. Zu ihnen gehören das kieselsaure Thonerdehydrat, sowie das Eisen- und Manganoxydhydrat.

Unter den für die Zusammensetzung der krystallinischen Felsarten wichtigen Mineralien liefert der Gyps und das Steinsalz nur im Wasser lösliche, aber der Kalkstein, Dolomit und Eisenspath nur in Kohlensäure haltigem Wasser lösliche Producte, aber keine unlöslichen Rückstände, wenn nicht etwa Thon, Eisenoxyd oder Bitumen in ihrer Masse vorhanden ist; Braun- und Rotheisenerz dagegen verhalten sich gegen Sauerstoff, Kohlensäure und Wasser indifferent und lassen sich höchstens nur durch Wasser schlämmen; Magneteisenerz aber giebt durch kohlensaures Wasser bei Abschluß von Sauerstoff löslichen Eisenspath und als Rückstand Rotheisenerz; Quarz endlich bietet den Angriffen der Atmosphärilien Trotz und liefert nur das Material zu unveränderlichem Sand. — Diesen einfacheren Felsgemengtheilen gegenüber stehen nun die Silicate, welche mit Ausnahme des reinen Talkes und Serpentins durch den Verwitterungsproceß produciren:

§. 123.

	an Auslaugungs-producten	an unlöslichem Rück-ſtand
1) die kieſelſäure-reichen Feld-ſpathe:	In kohlenſaurem Waſſer gelöſtes kieſel- und kohlen-ſaures Kali und Natron.	Eigentlichen Thon, wel-cher aber beim Oligokla oft kalkhaltig iſt.
2) die kieſelſäure-armen Feld-ſpathe:	Viel in kohlenſaurem Waſſer gelöſten kohlenſau-ren Kalk, weniger kieſel-ſaures Natron.	Mergeligen Thon (Löß
3) die Zeolithe:	In kohlenſaurem Waſſer lösliche Kalkerde und auch Kieſelſäure, bisweilen auch kohlenſaures Natron.	Magere Thonſubſtan welche aber oft kalkhalt iſt und leicht zu Me zerfällt.
4) die Glimmer:	Wenig lösliches kieſel-ſaures Kali (oder Natron), auch Fluorcalcium.	Eiſenſchüſſigen (ockerge ben od. rothbraunen) Th oder auch Braun- u Rotheiſenerz.
5) die Hornblende- u. Augitarten:	Viel doppelt-kohlen-ſauren Kalk und kohlen-ſaure Magneſia, bisweilen auch etwas Soda.	Ockergelben oder gra grünen mageren Thon od Lehm; außerdem Brau eiſenerz, Speckſtein, W kererde und Grünerde.
	Der Augit giebt am meiſten löslichen kohlen-ſauren Kalk, weit weniger kohlenſaure Magneſia.	Des Augites Rückſta iſt ein lederbrauner ka haltiger Eiſenthon o auch mergeliger Lehm.
6) der Diallag:	Viel löslichen doppelt-kohlenſauren Kalk und auch Dolomit.	Eigenthümlichen ma ren, leicht verdunſten Eiſenthon.
7) der Hyperſthen:	Allmählich viel kohlen-ſaure Magneſia.	Thonigen Braunei ſtein, Eiſenglanz und M neteiſenerz.
8) der Chlorit:	Etwas kohlenſaure Mag-neſia.	Ockergelbe, fettig an fühlende Thonſubſtanz Speckſtein.
9) der Serpentin:	Etwas kohlenſaure Mag-neſia.	

Wie aus der vorſtehenden Ueberſicht hervorgeht, ſo geben die licate ſtets Auslaugungsproducte und zugleich auch unlösliche R ſtände; aber zugleich erſieht man aus dieſer Ueberſicht, daß die licate das Hauptmaterial bilden, aus welchem der Verwitterun proceß die verſchiedenen Abarten der Thonſubſtanz, des Braun- Rotheiſenerzes ſchafft. Alle die ſo entſtandenen Rückſtände lie dann weiter das Bildungsmaterial, aus welchem mit der Zeit maſſigen Ablagerungen des Thons, Lehms, Löß, Mergels, kurz Erdſchuttes und durch dieſen des Bindemittels für die meiſten kl ſchen Geſteine entſtehen. — Aber was wird nun aus den Au laugungsproducten der oben genannten Mineralien? — W die unlöslichen Rückſtände das Bildungsmittel des Erdſchuttes u der klaſtiſchen Geſteine geben, ſo werden nun die, aus der ſich ſetzenden Mineralmaſſe entſtehenden, Auslaugungsſtoffe vom Mete waſſer gelöſt, fortgefluthet und theils zur Entwickelung neuer M neralmaſſen innerhalb der hohlen Räume in den Maſſen der E rinde, theils zur Umwandlung ſchon vorhandener Mineralien, the zur Verkittung loſen Steinſchuttes und zur Bildung von Tuffen u klaſtiſchen Geſteine, theils zur Speiſung der Quellen bildenden unt

erdischen Wasserbäche, theils auch zur Ernährung der auf der Erde wachsenden Pflanzen verwendet, wie das Folgende näher zeigen wird. §. 123.

1) Wenn das, aus der Atmosphäre niedersinkende, Regenwasser mit verwitternden Gesteinsmassen in Berührung kommt, so löst es die in ihnen vorhandenen Auslaugungsstoffe theils durch eigene Kraft, theils mittelst der ihm beigemischten Kohlensäure in sich auf und führt sie abwärts der festen Erdrinde zu. Durch Risse und Spalten dieser letzteren gelangt es in das Innere ihrer Gesteinsmassen. Sind diese nun nach allen Richtungen von einem Adernetze feiner Haarspalten durchzogen, so wird das sie benetzende Wasser von ihnen — ähnlich wie das Blut im thierischen Körper — aufgesogen und durch die ganze Körpermasse ihrer, für die Aufnahme von Lösungen empfänglichen, Mineralgemengtheile in der Weise geleitet, daß jedes einzelne Massetheilchen derselben ein Quantum empfängt. Sowie nun dieses geschehen ist, dann beginnt auch schon der Umwandlungs- oder Metamorphosirungsproceß der von dem eingesogenen Wasser durchdrungenen Mineralmassetheile, sei es nun, daß das Wasser eine oder mehrere seiner aufgelösten Mineralsubstanzen an die von ihm durchdrungene Mineralmasse abgiebt, ohne ihm Theile seiner schon vorhandenen Bestandtheile zu entziehen, sei es, daß es neue Bestandtheile in die Mineralmasse schiebt und dafür schon vorhandene auslaugt, sei es auch, daß es der durchdrungenen Mineralmasse zwar Bestandtheile entzieht, aber keine neuen dafür giebt. Daß das Wasser in dieser Weise hauptsächlich durch die in ihm gelösten kohlen- und kieselsauren Alkalien und alkalischen Erden, welche es erst durch Auslaugung verwitternder Gesteinsmassen erhalten hat, wirkt, und daß es durch diese hier kieselsäurearme und kalkreiche Mineralien in kieselsäure- und kalireiche, aber kalkarme, dort aber umgekehrt kieselsäurereiche in kieselsäurearme und kalkreiche Silicate, ebenso magnesiaärmere und alkalienreichere in magnesiareiche und alkalienarme Silicate, daß es endlich überhaupt basenärmere in basenreichere, aber auch umgekehrt basenreiche in basenarme Mineralien umzuwandeln vermag, — das lehrt die Umwandlung des Oligoklas in Orthoklas und Albit, aber auch in Zeolithe, des Orthoklas in Kaliglimmer, des Turmalins in Magnesia-, Eisen- oder Lithionglimmer, der gemeinen Hornblende in Magnesiaglimmer oder Chlorit, des Augites in Diallag und dieses letzteren in Broncit und Serpentin u. s. w. — In dieser Weise also befördern die durch den Verwitterungsproceß geschaffenen Auslaugungsproducte zerfallender Gesteine den Stoffwechsel im Mineralreiche, schaffen sie unaufhörlich aus alten Mineralarten neue Mineralspecies.

2) Aber diese Auslaugungsproducte wirken auch noch in anderer Weise. Kommen die aus verwitternden Gesteinsmassen entstehenden Auslaugungsproducte auf ihrem Zuge durch die Hohl-

welche durch Kohlensäure haltiges Wasser zersetzbar sind. Da nun diese Säure am reichlichsten bei der Zersetzung abgestorbener Pflanzenkörper erzeugt wird, so darf man mit vollem Rechte sagen: Wo unaufhörlich Feuchtigkeit und Kohlensäure auf Felsarten einwirken kann, da geht die Gesteinszersetzung, die Erdbodenbildung und auch die Erzeugung von Pflanzennahrung am stärksten vor sich, da aber ist auch die Pflanzenwelt am üppigsten und mannichfaltigsten; wo aber diese sich reichlich entwickelt, da wird aus ihren abgestorbenen Körpergliedern auch wieder am reichlichsten Kohlensäure und Feuchtigkeit entwickelt, welche nun wieder auf die noch vorhandenen Felsgesteine zersetzend einwirken können. In dieser Beziehung arbeiten sich also Mineralien- und Pflanzenwelt einander in die Hände.

Aber die Pflanzenwelt erzeugt außer Kohlensäure und Feuchtigkeit bei dem Absterben ihrer Körperglieder auch andere Stoffe, welche in mancher Beziehung noch kräftiger auf die Mineralzersetzung einwirken, als die Kohlensäure. — Jede Pflanze enthält neben ihren eigentlichen — aus Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff oder aus diesen Elementen und Stickstoff nebst Schwefel oder Phosphor bestehenden — organischen Substanzen auch noch Alkalien und alkalische Erden. Sobald nun in den Gliedern ihres Körpers die Lebensthätigkeit aufhört, treiben diese, nach starken Säuren sehr begierigen, alkalischen Beimischungen die eben erwähnten organischen Substanzen an, sich zu zersetzen und aus sich heraus Säuren zu entwickeln, welche unter dem Namen der Humussäuren bekannt sind, und unter denen man Ulmin-, Humin-, Quell- und Geïnsäure unterscheidet. Mit diesen Humussäuren, unter denen übrigens die Ulmin- und Huminsäure für sich allein in Wasser ganz unlöslich sind, verbinden sich die im Pflanzenkörper vorhandenen Alkalien und namentlich auch das aus den stickstoffhaltigen organischen Substanzen sich entwickelnde Ammoniak, zu humussauren Alkalien, welche sich in der Feuchtigkeit des Bodens mit weingelber, gelbbrauner oder kaffeebrauner Farbe lösen, wie man leicht beobachten kann, wenn man abgestorbenes, schon schwärzlich gefärbtes Laub mit heißem Wasser übergießt. Diese humussauren Alkalien — vor allen aber das quellsaure Ammoniak, welches sich hauptsächlich in den tieferen, mehr oder weniger gegen die Luft verschlossenen, Lagen des Bodens aus den Wurzeln der Pflanzen und ebenso in Torfmooren entwickelt — üben einen merkwürdigen Einfluß auf die meisten Mineralien aus. Wie dem Verfasser dieser Zeilen zahlreiche und vielfach wiederholte Versuche gelehrt haben, so vermögen die Salze — und namentlich das quellsaure Ammoniak — viele Mineralien, welche an sich unlöslich erscheinen, in sich aufzulösen, fortzufluthen und erst dann wieder — und zwar unzersetzt — abzuscheiden, wenn ihre Humussäuren sich in Kohlensäure umgewandelt haben und als

solche verdunsten. Hauptsächlich gilt alles dieses von den kohlen-, §. 123.
phosphor- und schwefelsauren Salzen der Erden und Schwermetalloxyde. Das Merkwürdige bei diesem Processe ist, daß z. B. das quellsaure Ammoniak zu gleicher Zeit zwei bis vier solcher Mineralien in sich aufzulösen vermag und sie auch unzersetzt nach einander wieder ausscheiden kann, wenn anders diese Mineralien einerlei Säuren — z. B. Kohlensäure — besitzen, so daß sie sich gegenseitig nicht zersetzen können. Ebenso ist aber auch wohl zu beachten, daß die von den humussauren Alkalien aufgelösten Mineralien nur dann unzersetzt bleiben, wenn sie keine Säuren besitzen, zu denen die Alkalien der humussauren Salze eine starke Verbindungsneigung haben. Ist dieses letztere freilich der Fall, dann nehmen die Alkalien den aufgelösten Salzen die Säuren und geben den Basen derselben ihre Humussäure, wodurch diese letzteren gar oft unlöslich werden. Dieses geschieht z. B., wenn huminsaures Ammoniak mit phosphorsaurem Kalk sich mischt; in diesem Falle entsteht lösliches, phosphorsaures Ammoniak und unlöslicher huminsaurer Kalk, aus welchem dann zuletzt bei der höheren Oxydation der Huminsäure kohlensaurer Kalk wird.

Die humussauren Alkalien wirken also nicht bloß lösend, sondern auch zersetzend auf die Gemengtheile der Felsarten ein. Ganz besonders geschieht dieses letztere, wenn sie mit zusammengesetzten Silicaten, welche reich an Alkalien sind, in Berührung kommen. Sie lösen alsdann aus der Bestandesmasse derselben die kieselsauren Alkalien und alkalischen Erden unzersetzt heraus. Sie wirken demnach in dieser Beziehung ähnlich wie die Kohlensäure, aber viel rascher und auch stärker, wie die letztgenannte Säure.

B. Im Allgemeinen lassen sich Gang und Producte des Verwitterungsprocesses namentlich bei den krystallinischen Gesteinen in folgende Ueberficht bringen:

Das krystallinische Gestein

verwittert entweder ganz allmählich von Außen nach Innen:

und sondert seine Verwitterungsproducte lagenweise ab, so namentlich die viel Eisenoxyd ausscheidenden Hornblende und Augitgesteine.

und wird hierdurch in seiner ganzen Masse gleichmäßig umgewandelt, so die Orthoklas und Oligoklas reichen Gesteine.

zerfällt zuerst in gröberen oder feineren Grus, welcher

entweder aus Trümmern der Felsart selbst

oder aus den einzelnen Mineralgemengtheilen der Felsart besteht

und

noch zersetzbar ist.

nicht weiter zersetzbar ist (**Stabiler Sand**).

Bei dieser Verwitterung entstehen zweierlei Producte:

zuerst aus dem Gehalte der Alkalien und alkalischen Erden im Wasser lösliche Salze und auch wohl lösliche Kieselsäure, welche allmählich durch das Wasser ganz aus der Steinmasse ausgelaugt werden.
(Auslaugungsproducte)
Erstes Verwitterungsproduct.

sodann aus der vorhandenen kieselsauren Thonerde Thon, aus dem vorhandenen Eisenoxydul Eisenoxyd und unter gewissen Verhältnissen auch aus der vorhandenen kieselsauren Magnesia Speckstein, lauter Substanzen, welche durch kohlensaures Wasser nicht zersetzt oder gelöst werden können.
(Auslaugungsrückstände)
Letztes Verwitterungsproduct.

§. 123. Nach dieſer Ueberſicht ſind alſo die Verwitterungsproducte jeder Felsart von zweierlei Art:

a. Die Einen werden durch das mechaniſche Wirken der wechſelnden Temperaturen und des Waſſers allein hervorgebracht und beſtehen aus Trümmern gewaltſam zerriſſener Felsmaſſen. Sie ſind es, welche den eigentlichen Stein- oder Felsſchutt, aber zugleich das Material bilden, aus welchem die chemiſch wirkenden Verwitterungsagentien die verſchiedenen Arten der Erdkrume ſchaffen; denn wenn auch dieſe Agentien ſchon die compacte Oberfläche der Felſen anätzen, ſo ſchreitet von dieſer aus ihr Schaffen und Wirken, zumal bei feinkörnigen und dichten Felsarten, nur äußerſt langſam vorwärts, ſo daß nach langen Zeiträumen oft kaum eine liniendicke Erdrinde auf ihr zu bemerken iſt, welche noch dazu, wenn ſie die Felsoberfläche feſt und dicht bedeckt, alle weiteren Angriffe von den, durch ſie überzogenen, Felsmaſſen abhält. Wenn aber erſt durch häufig abwechſelnde Kälte und Wärme der Zuſammenhalt einer Felsmaſſe gelockert und nach allen Richtungen hin riſſig geworden iſt; wenn dann weiter das in alle Geſteinsriſſe eindringende Meteorwaſſer zu Eis erſtarrt und die Felsmaſſe in ein Chaos von Blöcken, Grus und Sand zerſprengt, dann können auch die chemiſch wirkenden Verwitterungsagentien ſchneller und ſtärker wirthſchaften; denn ſie können alsdann alle die einzelnen Trümmer, zumal die kleinen, zugleich von allen Seiten her angreifen und leichter auch in ihr, gewöhnlich ſchon durch das Zerſprengen ihrer Maſſe riſſig gewordenes, Inneres eindringen. Die Blöcke und der kleine Grus ſind daher als die Vorbereitungsmittel zur vollen Zerſetzung einer Felsmaſſe anzuſehen.

b. Die anderen Verwitterungsproducte dagegen werden durch das chemiſche Wirken vorzüglich der Atmoſphärilien hervorgebracht. — Mit ihrer Entwickelung beginnt die volle Zerſetzung und Umwandlung einer Mineralmaſſe. Sauerſtoff und Kohlenſäure bringen in der letzteren zweierlei Producte hervor, nemlich einerſeits im Waſſer lösliche und andererſeits im Waſſer unlösliche. Die erſteren, d. h. die in reinem oder Kohlenſäure haltigem Waſſer löslichen, Producte werden nach und nach aus der angeätzten Mineralmaſſe ganz ausgelaugt, ſo daß zuletzt nur noch die in dieſer Maſſe unlöslichen Beſtandtheile zurückbleiben. In dieſer Weiſe werden z. B. alle Mineralien, welche aus kieſelſaurer Thonerde und kieſelſauren Alkalien beſtehen, durch das Kohlenſäure zuleitende Atmoſphärenwaſſer nach und nach ihrer ſämmtlichen Alkalien beraubt, ſo daß zuletzt nur noch die, durch Kohlenſäure nicht angreifbare, kieſelſaure Thonerde im Verbande mit Waſſer (d. i. Thon) von ihnen übrig bleibt. Wie nun in dieſem Falle, ſo entſtehen bei allen einerſeits Thonerde, Eiſenoxyd oder Manganoxyd und andererſeits Alkalien,

alkaliſche Erden oder auch Eiſen- und Manganoxydul haltigen §. 123.
zuſammengeſetzten Silicaten ſchon durch das Kohlenſäure haltige Waſſer allein ſtets zweierlei Verwitterungsproducte, nemlich

1) Auslaugungsproducte, d. h. die Mineralbeſtandtheile, welche durch reines oder Kohlenſäure haltiges Waſſer aus einer verwitternden Mineralmaſſe herausgezogen und weggefluthet werden. Zu dieſen gehören die mit Kieſelſäure verbundenen Alkalien, alkaliſchen Erden und Monoxyde der Schwermetalle; ferner die phosphorſaure Kalkerde und die Fluormetalle, namentlich das Fluorcalcium. Unter den auslaugbaren Silicaten werden indeſſen nur die kieſelſauren Alkalien und die kieſelſaure Magneſia als Silicate (alſo unzerſetzt) ausgelaugt; die übrigen alkaliſchen Erden dagegen und das Eiſen- und Manganmonoxyd werden ſchon in der angeätzten Mineralmaſſe durch die Kohlenſäure von ihrer Kieſelſäure losgeriſſen und dann als doppelt-kohlenſaure Salze von Waſſer ausgelaugt.

2) Unauslaugbare Rückſtände, welche durch Waſſer wohl geſchlämmt, aber nicht aufgelöſt werden können. Zu ihnen gehören das kieſelſaure Thonerdehydrat, ſowie das Eiſen- und Manganoxydhydrat.

Unter den für die Zuſammenſetzung der kryſtalliniſchen Felsarten wichtigen Mineralien liefert der Gyps und das Steinſalz nur im Waſſer lösliche, aber der Kalkſtein, Dolomit und Eiſenſpath nur in Kohlenſäure haltigem Waſſer lösliche Producte, aber keine unlöslichen Rückſtände, wenn nicht etwa Thon, Eiſenoxyd oder Bitumen in ihrer Maſſe vorhanden iſt; Braun- und Rotheiſenerz dagegen verhalten ſich gegen Sauerſtoff, Kohlenſäure und Waſſer indifferent und laſſen ſich höchſtens nur durch Waſſer ſchlämmen; Magneteiſenerz aber giebt durch kohlenſaures Waſſer bei Abſchluß von Sauerſtoff löslichen Eiſenſpath und als Rückſtand Rotheiſenerz; Quarz endlich bietet den Angriffen der Atmoſphärilien Trotz und liefert nur das Material zu unveränderlichem Sand. — Dieſen einfacheren Felsgemengtheilen gegenüber ſtehen nun die Silicate, welche mit Ausnahme des reinen Talkes und Serpentins durch den Verwitterungsproceß produciren:

§. 123 nach wird nun der aus Oligoklas und Hornblende bestehende Diorit ein Gemisch von den Verwitterungsproducten seiner beiden Gemengtheile geben.

Eben aus dem Grunde nun, daß die Verwitterungsproducte der gemengten krystallinischen Gesteine fast immer aus Gemischen der Verwitterungsproducte ihrer einzelnen Gemengtheile bestehen, läßt sich hier nur ganz im Allgemeinen ein Gesammtbild des Ganges und der Producte ihrer Verwitterung geben. Die Eigenthümlichkeiten und Abänderungen in dem Gange der Verwitterung aber kann genauer nur bei der speciellen Beschreibung der einzelnen Gesteinsarten beschrieben werden.

Der Verwitterungsproceß einer gemengten krystallinischen Felsart ist also nach dem oben Angedeuteten unter sonst gleichen Bedingungen abhängig:

A. Von der Beschaffenheit ihrer Masse selbst und zwar:

I. von der Art ihrer Gemengtheile. Wie oben schon angegeben worden ist, so verwittern im Allgemeinen

α. Feldspath haltige Felsarten schneller und leichter als Feldspath lose, aber unter diesen ersteren

1) Felsarten mit kieselsäurearmen Feldspathen wieder leichter als Gesteine mit kieselsäurereichen Feldspathen. Es übt hierbei jedoch die Größe des Kalkgehaltes in den Feldspathen einen starken Einfluß aus; denn

a. je kalkreicher und kaliärmer ein Feldspath ist, desto leichter verwittert er;

b. je kalireicher und je kalkärmer derselbe ist, desto schwerer verwittert er.

Bekanntlich verwittern oligoklashaltige Granite, Gneiße, Syenite und Porphyre rascher als orthoklashaltige. Ebenso verwittert labradorhaltiger Diabas rascher als oligoklashaltiger, auch wenn beide Gesteine ganz gleiches Gefüge haben.

2) Felsarten mit Feldspath, Quarz und Glimmer leichter als glimmerlose, weil die letzteren den wechselnden Temperaturen besser widerstehen können. Indessen verwittern unter den glimmerhaltigen

die mit schwarzem Glimmer versehenen wieder leichter als die mit weißem Glimmer gemengten.

Gneiß verwittert leichter als Granulit.

3) Felsarten mit Labrador oder Anorthit und Kalkhornblende rascher als Gesteine mit Oligoklas und kalkarmer Magnesiahornblende.

Der gemeine Diorit verwittert weit schwerer als der Kalkdiorit; der Aphanit weit schwerer als der Melaphyr.

4) Felsarten mit kalkreichem Augit schneller als Gesteine mit Kalkhornblende, Diallag oder Hypersthen.

Unter den sogenannten Grünsteinen verwittert Diorit am langsamsten, Hypersthenit etwas schneller, Gabbro

noch ſchneller, Diabas noch ſchneller und Dolerit am ſchnellſten. §. 123.

β. Unter den feldſpathloſen verwittern
die glimmerhaltigen am ſchnellſten und unter dieſen wieder Magneſiaglimmerſchiefer eher als Kaliglimmerſchiefer;
die chlorithaltigen langſamer;
die talkhaltigen noch langſamer;
die ſerpentinhaltigen am langſamſten.

II. Von der Art des Gefüges. Es verwittern bekanntlich Felsarten bei ganz gleichen Gemengtheilen

1) mit körnigem Gefüge am ſchnellſten und zwar um ſo raſcher, je grobkörniger ihr Gefüge iſt, weil dann ihre Oberfläche nicht bloß ein guter Wärmeſtrahler iſt, ſondern auch einerſeits den Atmoſphärilien und andererſeits den Flechten beſſere Haftpunkte bietet;

2) mit ſchiefrigem Gefüge um ſo langſamer, je vollkommener dieſes Gefüge iſt und je ebenflächiger und glatter die einzelnen Schieferplatten ſind.

Schiefergeſteine verwittern ſtets ſchwerer als körnige Geſteine mit denſelben Gemengtheilen, ſobald ſie wagerecht abgelagert erſcheinen. Dieſe Langſamkeit der Verwitterung wird erhöht, ſobald die Flächen ihrer Schieferplatten glatt und eben ſind, weil dieſe letzteren wegen ihrer Strahlenreflectionskraft von dem Wechſel der Temperatur ſehr wenig berührt werden und den Atmoſphärilien keine Haftpunkte gewähren. Am beſten ſieht man dies am Glimmerſchiefer. Anders freilich zeigt ſich die Verwitterung bei aufgerichteten Maſſen der Schiefer (ſiehe unter B.).

3) Mit Porphyr- oder Mandelſteingefüge bald weniger langſam, bald viel langſamer als körnige Geſteine, je nach dem Dichtigkeitsgrade ihrer Grundmaſſe und nach der Menge und Größe der in dieſer letzteren eingebetteten Kryſtalle oder Mandeln.

α. Porphyre mit kleinkörniger Grundmaſſe verwittern leichter als ſolche mit dichter Grundmaſſe, weil jene mehr vom Temperaturwechſel leiden und leichter von Flechten beſetzt werden können;

β. Porphyre mit wenigen oder ſehr kleinen eingewachſenen Feldſpathkryſtallen verwittern weit ſchwerer als ſolche mit großen, zumal natronhaltigen, Feldſpathkryſtallen. Ganz ähnlich verhalten ſich auch Diabasporphyre: je mehr und je größere Augitkryſtalle in ihrer Maſſe liegen, um ſo leichter verwittern ſie.

γ. Selbſt dichte Geſteine, welche zufällig durch eingewachſene Kryſtalle porphyriſch erſcheinen, verwittern leichter als ſolche, welche gar keine Einſprenglinge enthalten. Ihre Verwitterung beginnt ſtets in der nächſten Umgebung der eingewachſenen Kryſtalle, ſo daß dieſe locker werden und ausfallen. In den hierdurch entſtehenden Lücken

§. 123. räume der Erdrinde nicht mit Mineralmaſſen in Berührung, welche ſie abſorbiren und zu ihrer Umwandlung verwenden, ſo ſammeln ſie ſich in den von ihnen durchzogenen Hohlräumen (Spalten, Blaſenräumen oder Höhlen) an und bilden dann bei der Verdunſtung ihres Löſungswaſſers in dieſen Hohlräumen ſelbſt neue Mineralmaſſen, welche ſich je nach ihrer leichteren oder ſchwereren Löslichkeit gewöhnlich lagenweiſe über oder vor einander abſetzen und im Verlaufe der Zeit die von ihnen in Beſitz genommenen Hohlräume ganz auszufüllen vermögen. Aber in dieſem Falle ſind nicht bloß die von Außen her aus verwitterndem Geſteine eindringenden Auslaugungsproducte thätig, ſondern es können auch die bei der Umwandlung von Mineralien frei gewordenen und aus deren Maſſe ausgeſchiedenen Mineralbeſtandtheile vom Waſſer in die benachbarten Hohlräume geführt und hier zu neuen Mineralbildungen verwendet werden; ja in dieſem Falle können ſich dieſe letztgenannten Ausſcheidungsſtoffe mit den von Außen her eindringenden Auslaugungsproducten miſchen und hierdurch Veranlaſſung zur Bildung von neuen zuſammengeſetzten Mineralarten, ſelbſt von Silicaten, geben. Auf dieſe Weiſe alſo entſtehen aus den Auslaugungsproducten verwitternder oder auch ſich umwandelnder Mineralmaſſen die ſogenannten Gangarten oder Ausfüllungsmineralien der Spalten, Blaſen und überhaupt der Hohlräume in und zwiſchen den Maſſen der Erdrinde.

3) Die eben erwähnten Gang- und Blaſenraum-Mineralien entſtehen hauptſächlich aus Mineralſubſtanzen, welche in kohlenſaurem Waſſer oder in Löſungen von quellſaurem Ammoniak ſchwer löslich ſind und ſich ſchon bei einer geringen Verdunſtung ihres Löſungswaſſers als feſte Maſſen ausſcheiden, alſo z. B. aus Quarz, Calcit, Fluorit, Eiſenſpath u. ſ. w. Die ſchon in reinem oder in wenig Kohlenſäure haltigem Waſſer löslichen Auslaugungsproducte dagegen bleiben, wenn ſie anders nicht zur Umwandlung von Mineralien verwendet werden können, im Waſſer gelöſt und werden nun durch dieſes allmählich zur Außenfläche der Erdrinde geführt, wo ſie zur Bildung der Mineralquellen beitragen. Indeſſen ſelbſt noch auf dieſem ihren Zuge zur Erdoberfläche werden ſie noch oft ihrem Löſungswaſſer entzogen; denn gelangen ſie in Ablagerungen von Thon, ſo ſaugt ſie derſelbe ein, um ſich mittelſt ihrer etwa vorhandenen Kieſelſäure in Lehm, mittelſt ihres Kalkgehaltes in Mergel oder mittelſt ihres doppelt-kohlenſauren Eiſenoxydules in thonigen Spatheiſenſtein oder Eiſenthon umzuwandeln, ſo daß am Ende von allen im Waſſer vorhandenen Auslaugungsproducten nur noch die leicht im Waſſer löslichen alkaliſchen Salze zur Quelle gelangen, wenn anders nicht die, auf dem vom Waſſer durchrieſelten Boden wachſenden, Pflanzen dieſe Salze als begehrtes Nahrungsmittel in ſich aufgeſogen haben.

mit dieſen letzteren mehr oder minder ſtark verwittert, wahrſcheinlich durch die aus dem Bitumen dieſer Schiefer ſich entwickelnde Kohlenſäure. §. 123.

Vorzugsweiſe wirken die Nebengeſteine einer Felsart ſtark auf dieſe letzteren ein, wenn ſie aus ſich

1) Vitriole und freie Schwefelſäure entwickeln und die von ihnen berührte Felsart Kalisilicat enthält. Aus Oligoklas oder labradorhaltigen Geſteinen entſteht dann gewöhnlich Gyps und auch wohl Alaun.
2) kohlenſaure Alkalien entwickeln und die von ihnen berührte Felsart Kalkerde enthält. In dieſem Falle kann ſich aus dem Oligoklas des berührten Geſteines Orthoklas oder aus Hornblende Glimmer entwickeln und zugleich kohlenſaurer Kalk ausſcheiden.

C. Der Verwitterungsproceß einer gemengten Felsart iſt endlich auch noch abhängig von äußeren Verhältniſſen, ſo namentlich:

a. von dem Klima. Es iſt bekannt, daß überall da, wo hohe und niedere Temperaturen öfters — und ſogar grell — wechſeln, Felsarten ſchneller verwittern, als da, wo die Temperaturen entweder ſich lange ziemlich gleich bleiben oder nur allmählich wechſeln.

In der gemäßigten Zone, wo in der Regel heiße Sommer mit kalten Wintern wechſeln, wo außerdem noch ein deutlich hervortretender Temperaturwechſel in den einzelnen Jahreszeiten, ja ſelbſt an einzelnen Tagen bemerkbar iſt, verwittert unter ſonſt gleichen Verhältniſſen eine Felsart ſchneller als in der Polarzone, Tropenzone oder in der Region des ewigen Eiſes. Ja es tritt dieſes merkwürdige Verhältniß ſchon an den verſchiedenen Gehängen einer und derſelben Felsmaſſe hervor, denn man wird bemerken, daß dieſe Maſſe an ihren nördlichen Gehängen bei weitem länger friſch bleibt, als an ihren ſüdlichen und ſüdweſtlichen Gehängen, wie man auch ſchon daran erkennen kann, daß ſich an den letztgenannten Gehängen weit mehr Flechten und Mooſe anſiedeln, als an den erſtgenannten.

Mit dem Wechſel der Temperaturen iſt zugleich auch ein öfters wiederkehrender Wechſel von trockenen und feuchten Luftſtrömungen und in Folge davon häufig ſich wiederholenden Regenniederſchlägen verbunden — Verhältniſſe, welche ebenfalls von Bedeutung für die Felsverwitterung ſind.

Gegenden, welche vorherrſchend trockenen Winden — in Deutſchland z. B. dem Oſtwinde — ausgeſetzt ſind, leiden meiſt an zu ſtarker Verdunſtung ihrer Gewäſſer; Felsarten in dieſen Gegenden laſſen daher das ſie benetzende Meteorwaſſer raſcher verdunſten, ehe es mit ſeiner Kohlenſäure auf ihre Maſſe einwirken kann. In Gegenden dagegen, welche vorherrſchend von feuchten Winden beſtrichen werden, verwittern dieſe Felsarten raſcher einerſeits unmittelbar durch den ſie fortwährend befeuchtenden, Kohlenſäure führenden, Waſſerdunſt und andererſeits mittelbar durch die Flechten, welche ſich am liebſten an den angefeuchteten und immer feucht gehaltenen Felswänden niederlaſſen.

b. von der Pflanzenwelt, wie ſchon angedeutet worden iſt. Indeſſen nicht bloß durch die ſich Felswänden anheftenden

§. 123 nach wird nun der aus Oligoklas und Hornblende beſtehende Diorit ein Gemiſch von den Verwitterungsproducten ſeiner beiden Gemengtheile geben.

Eben aus dem Grunde nun, daß die Verwitterungsproducte der gemengten kryſtalliniſchen Geſteine faſt immer aus Gemiſchen der Verwitterungsproducte ihrer einzelnen Gemengtheile beſtehen, läßt ſich hier nur ganz im Allgemeinen ein Geſammtbild des Ganges und der Producte ihrer Verwitterung geben. Die Eigenthümlichkeiten und Abänderungen in dem Gange der Verwitterung aber kann genauer nur bei der ſpeciellen Beſchreibung der einzelnen Geſteinsarten beſchrieben werden.

Der Verwitterungsproceß einer gemengten kryſtalliniſchen Felsart iſt alſo nach dem oben Angedeuteten unter ſonſt gleichen Bedingungen abhängig:

A. Von der Beſchaffenheit ihrer Maſſe ſelbſt und zwar:

I. von der Art ihrer Gemengtheile. Wie oben ſchon angegeben worden iſt, ſo verwittern im Allgemeinen

α. Feldſpath haltige Felsarten ſchneller und leichter als Feldſpath loſe, aber unter dieſen erſteren

1) Felsarten mit kieſelſäurearmen Feldſpathen wieder leichter als Geſteine mit kieſelſäurereichen Feldſpathen. Es übt hierbei jedoch die Größe des Kalkgehaltes in den Feldſpathen einen ſtarken Einfluß aus; denn

a. je kalkreicher und kaliärmer ein Feldſpath iſt, deſto leichter verwittert er;

b. je kalireicher und je kalkärmer derſelbe iſt, deſto ſchwerer verwittert er.

Bekanntlich verwittern oligoklashaltige Granite, Gneiße, Syenite und Porphyre raſcher als orthoklashaltige. Ebenſo verwittert labradorhaltiger Diabas raſcher als oligoklashaltiger, auch wenn beide Geſteine ganz gleiches Gefüge haben.

2) Felsarten mit Feldſpath, Quarz und Glimmer leichter als glimmerloſe, weil die letzteren den wechſelnden Temperaturen beſſer widerſtehen können. Indeſſen verwittern unter den glimmerhaltigen

die mit ſchwarzem Glimmer verſehenen wieder leichter als die mit weißem Glimmer gemengten.

Gneiß verwittert leichter als Granulit.

3) Felsarten mit Labrador oder Anorthit und Kalkhornblende raſcher als Geſteine mit Oligoklas und kalkarmer Magneſiahornblende.

Der gemeine Diorit verwittert weit ſchwerer als der Kalkdiorit; der Aphanit weit ſchwerer als der Melaphyr.

4) Felsarten mit kalkreichem Augit ſchneller als Geſteine mit Kalkhornblende, Diallag oder Hyperſthen.

Unter den ſogenannten Grünſteinen verwittert Diorit am langſamſten, Hyperſthenit etwas ſchneller, Gabbro

noch ſchneller, Diabas noch ſchneller und Dolerit am ſchnellſten. §. 123.

β. Unter den feldſpathloſen verwittern
die glimmerhaltigen am ſchnellſten und unter dieſen wieder Magneſiaglimmerſchiefer eher als Kaliglimmerſchiefer;
die chlorithaltigen langſamer;
die talkhaltigen noch langſamer;
die ſerpentinhaltigen am langſamſten.

II. Von der Art des Gefüges. Es verwittern bekanntlich Felsarten bei ganz gleichen Gemengtheilen

1) mit körnigem Gefüge am ſchnellſten und zwar um ſo raſcher, je grobkörniger ihr Gefüge iſt, weil dann ihre Oberfläche nicht bloß ein guter Wärmeſtrahler iſt, ſondern auch einerſeits den Atmoſphärilien und andererſeits den Flechten beſſere Haftpunkte bietet;

2) mit ſchiefrigem Gefüge um ſo langſamer, je vollkommener dieſes Gefüge iſt und je ebenflächiger und glatter die einzelnen Schieferplatten ſind.

Schiefergeſteine verwittern ſtets ſchwerer als körnige Geſteine mit denſelben Gemengtheilen, ſobald ſie wagerecht abgelagert erſcheinen. Dieſe Langſamkeit der Verwitterung wird erhöht, ſobald die Flächen ihrer Schieferplatten glatt und eben ſind, weil dieſe letzteren wegen ihrer Strahlenreflectionskraft von dem Wechſel der Temperatur ſehr wenig berührt werden und den Atmoſphärilien keine Haftpunkte gewähren. Am beſten ſieht man dies am Glimmerſchiefer. Anders freilich zeigt ſich die Verwitterung bei aufgerichteten Maſſen der Schiefer (ſiehe unter B.).

3) Mit Porphyr- oder Mandelſteingefüge bald weniger langſam, bald viel langſamer als körnige Geſteine, je nach dem Dichtigkeitsgrade ihrer Grundmaſſe und nach der Menge und Größe der in dieſer letzteren eingebetteten Kryſtalle oder Mandeln.

α. Porphyre mit kleinkörniger Grundmaſſe verwittern leichter als ſolche mit dichter Grundmaſſe, weil jene mehr vom Temperaturwechſel leiden und leichter von Flechten beſetzt werden können;

β. Porphyre mit wenigen oder ſehr kleinen eingewachſenen Feldſpathkryſtallen verwittern weit ſchwerer als ſolche mit großen, zumal natronhaltigen, Feldſpathkryſtallen. Ganz ähnlich verhalten ſich auch Diabasporphyre: je mehr und je größere Augitkryſtalle in ihrer Maſſe liegen, um ſo leichter verwittern ſie.

γ. Selbſt dichte Geſteine, welche zufällig durch eingewachſene Kryſtalle porphyriſch erſcheinen, verwittern leichter als ſolche, welche gar keine Einſprenglinge enthalten. Ihre Verwitterung beginnt ſtets in der nächſten Umgebung der eingewachſenen Kryſtalle, ſo daß dieſe locker werden und ausfallen. In den hierdurch entſtehenden Lücken

§. 123. der Geſteinsmaſſe können dann die Verwitterungsagentien beſſer haften und ätzen.

δ. Aehnlich verhalten ſich die Mandelſteine, denn auch bei ihnen beginnt die Verwitterung der Grundmaſſe zunächſt in der Umgebung der Mandeln, ſo daß dieſe, wenn ſie nicht ſelbſt auch verwittern, ausfallen. Je mehr nun dieſe Geſteine Mandeln enthalten, um ſo lückiger wird nach dem Ausfallen der letzteren ihre Maſſe und um ſo leichter verwittern ſie alsdann.

4) Felsarten mit dichtem Gefüge am langſamſten, und zwar um ſo langſamer, je glasartiger ihre Maſſe iſt und je weniger ſie Einſprenglinge enthält.

Am augenfälligſten bemerkt man dies bei dem Dolerit und Baſalt da, wo beide zuſammen vorkommen.

B. Von den Lagerungsbeziehungen einer Felsart, und zwar

a. ihrer eigenen Maſſe.

1) Je freier eine Felsart von Zerklüftungen, zumal ſenkrecht ihre Maſſe durchſetzenden, iſt, um ſo weniger wird ſie ſowohl von den Wirkungen des gefrierenden Waſſers, wie von den chemiſch wirkenden Atmoſphärilien angegriffen.

2) Je wagerechter ſchiefrige Felsarten abgelagert erſcheinen, um ſo mehr trotzen ſie der Verwitterung.

Lagern ſchieferige oder auch geſchichtete Geſteine ſo, daß die Atmoſphärilien zwiſchen ihre Schiefer- oder Schichtungsſpalten eindringen können, ſo werden ſie zunächſt durch den Froſt zerſpalten und dann durch die Verwitterungsagentien von Innen nach Außen zerſtört. Oft ſieht alsdann eine ſolche Felsart äußerlich noch ganz friſch aus, während das Innere ihrer Maſſe ſchon erdig geworden iſt.

Ueberhaupt aber ſind die den Atmoſphärilien zugänglichen Spaltungen der Geſteine, ſeien es nun die Abſonderungsklüfte oder die Schieferungsſpalten derſelben, ſtets die Laboratorien, in welchen die Verwitterungsagentien am ſtärkſten und mannichfaltigſten wirthſchaften, und von denen aus dieſe Agentien ſeitswärts in die ſie umgebende Geſteinsmaſſe immer weiter eindringen. In dieſem Verhalten liegt daher auch der Grund, warum alle dieſe Spalten der Felsarten der Sitz der verſchiedenartigſten Mineralbildungen ſind.

b. Zu den ſie zunächſt umgebenden Felsarten. — Es iſt ſchon früher mitgetheilt worden, daß eine, vielleicht an ſich ſelbſt nur ſchwer verwitterbare, Felsart durch eine andere leicht verwitternde zur Zerſetzung getrieben werden kann, ſobald dieſe letztere bei ihrer eigenen Verwitterung im Waſſer lösliche Stoffe entwickelt, welche zerſetzend auf die Gemengtheile der mit ihr im Verbande ſtehenden — ſchwer verwitternden — Felsart einwirken können.

In dieſer Weiſe erſcheinen z. B. am Thüringer Walde Melaphyr- und Hyperſthenitgänge, welche bituminhaltige Kohlenſchiefer durchſetzen, überall an den Berührungsſtellen

3) das aus vulcanischer Asche gebildete Bindemittel endlich wird durch Kohlensäure haltiges Wasser in derselben Weise, aber leichter und schneller, wie die Muttermineralien, aus deren Zerkleinerung es entstanden ist, zersetzt.

Sobald nun in dieser Weise die Gesteinstrümmer ihr Bindemittel verloren haben, bilden sie ein loses Haufwerk von Geröllen, Grus und Sand, dessen einzelne Individuen in ganz ähnlicher Weise, wie die Mineralien oder Gesteine, aus denen sie bestehen, von den Verwitterungsagentien angegriffen und zersetzt werden.

Bei der näheren Beschreibung der einzelnen klastischen Gesteine wird dieser Gegenstand weiter erörtert werden.

d. Eintheilung der Gebirgsarten und Tabellen zur Bestimmung der Classen, Ordnungen, Gruppen und Arten derselben.

Erleichterungsmittel für die Unterscheidung und Bestimmung der Gemengtheile, namentlich in den krystallinischen Gesteinen. — So lange das Gemenge einer krystallinischen Felsart deutlich und ihr Gefüge grobkörnig ist, hat es keine Schwierigkeit, mit Hülfe der im §. 127 folgenden Bestimmungstafeln die Gemengtheile der Felsarten zu bestimmen; wenn aber das Gemenge einer Felsart undeutlich und ihr Gefüge dicht erscheint, dann treten namentlich zwischen den einfachen und gemengten krystallinischen, oder selbst zwischen gemengten und ungemengten Felsarten bisweilen solche Zweideutigkeiten hervor, daß vorzüglich der Anfänger leicht irrthümlich zwei ihrem Wesen nach ganz verschiedene Felsarten mit einander verwechseln könnte. Um solchen Irrthümern vorzubeugen, sollen im Folgenden die wichtigsten Regeln angegeben werden, mittelst deren man die zweifelhaften Gesteine erkennen und unterscheiden kann. §. 126.

1) Vor allen Dingen mache man sich möglichst vertraut mit denjenigen Mineralien, welche nur einfache Gesteine bilden. Man wird dann leicht einerseits die zufälligen Gemengtheile, welche etwa in einer einfachen Felsart vorkommen, von dem zum Wesen dieser Felsart gehörigen Mineral unterscheiden, — und andererseits eine ähnliche undeutliche gemengte Felsart nicht damit verwechseln.

2) Rechnet man die an anderen Eigenschaften leicht zu erkennenden Thoneisensteine, Mergel, Thon- und Chloritschiefer, sowie den Serpentin ab, so giebt es unter den einfachen krystallinischen Gesteinen keine nur theilweise in Säuren lösliche Felsart.

3) Manche Serpentine könnten bisweilen mit Hyperiten (Gabbro, Eklogit), oder mit gewissen Diabasiten verwechselt werden: aber die Serpentine haben eine Härte = 3—4 und sind milde, während die ihnen ähnelnden Hyperite und Diabasite eine Härte = 5—6 haben und spröde sind; auch sind die Serpentine in Schwefelsäure mit Absatz von Kieselschleim ganz löslich, während die Hyperite und Diabasite entweder gar nicht oder nur theilweise löslich sind.

Flechten und durch die ſich in alle Felsritzen einzwängenden Wurzeln von Bäumen, ſondern auch durch die gasförmigen Subſtanzen — z. B. Kohlenſäure und Sauerſtoff, welche die Gewächſe in der nächſten Umgebung einer Felsmaſſe theils ſchon während ihres Lebens ausſtoßen, theils erſt nach ihrem Abſterben bei der Verweſung bereiten und dem Luftmeere zum Transporte überliefern, werden die einzelnen Felsarten angeätzt und zur leichten Verwitterbarkeit getrieben.

c. Beſondere Betrachtung der klaſtiſchen Geſteine.

§. 124. **Bildungsmittel derſelben.** — Wie ſchon im §. 118 angegeben worden iſt, ſo beſtehen zwar die gegenwärtig noch vorhandenen klaſtiſchen Geſteine aus Zertrümmerungs- und Zerſetzungsproducten theils von kryſtalliniſchen, theils aber auch von älteren klaſtiſchen Geſteinen oder ſogar von Organismenreſten; ihr Hauptbildungsmaterial indeſſen lieferten doch vom Anfange an die kryſtalliniſchen Felsarten, da ja diejenigen Trümmer klaſtiſcher Geſteine, welche gegenwärtig als Gemengtheile von Trümmergeſteinen auftreten, auch erſt ihr Bildungsmaterial von zerſtörten kryſtalliniſchen Geſteinen erhielten. — Am gewöhnlichſten nun haben die klaſtiſchen Geſteine ihr Bildungsmaterial durch den Verwitterungsproceß erhalten. Die Verwitterungspotenzen, — plötzlich wechſelnde Hitze und Kälte, ſowie das zu Eis erſtarrende Waſſer — zerſprengten die Felsmaſſen in loſe Gehäufe großer und kleiner Trümmer, die Verwitterungsagentien aber, vor allen das mit Kohlenſäure beladene Meteorwaſſer, ſchafften aus dem feſten Geſteine theils erdigen Schlamm, theils im Waſſer lösliche Auslaugungsproducte, namentlich lösliche Kieſelſäure und doppelt-kohlenſauren Kalk. Waſſer fluthete die ſo gebildeten, geſchlämmten und gelöſten, Verwitterungsproducte zwiſchen die Felstrümmer, füllte mit ihnen alle Zwiſchenräume derſelben ſo aus, daß ſie bei ihrer Erſtarrung alle dieſe Trümmer zu einem feſten Ganzen verkitteten. War dann von der verkittenden Maſſe nach der Verkittung aller Trümmer noch eine größere oder kleinere Menge übrig, ſo bildete dieſe für ſich allein über den zuſammengekitteten Trümmern noch eine beſondere, nur aus erhärtetem Schlamme beſtehende, Ablagerung. So iſt die Entſtehungsweiſe der bei weitem meiſten und maſſigſten klaſtiſchen Geſteinsarten. Aber außer dieſen eigentlichen, durch den Verwitterungsproceß erzeugten, klaſtiſchen Geſteinen giebt es auch eine Gruppe von dieſen Geſteinsarten, deren Bildungsmaterial der Vulcanismus geſchaffen hat und noch gegenwärtig bei jeder Eruption erzeugt. Wenn die einen Ausgang ſuchenden Dämpfe eines im Ausbruche begriffenen Vulcanes die, ſeinen Eruptionskanal verſtopfenden, Lavamaſſen zu Sand und Pulver zerſtampfen und dann ihre aſchenähnlichen Trümmer ſammt den von ihm losgebrochenen gröberen Felstrümmern in die Luft ſchleudern und durch die Strömungen der Luft oft über weite Strecken Landes ausbreiten laſſen, dann bilden ſich ebenfalls mächtige Schutt- oder Trümmerablagerungen, deren pulverförmige Beſtandtheile dann theils durch das Regen-, theils durch das Meereswaſſer geſchlämmt und weiter beim Aus-

besitzen, z. B. Magneteisenerz und Eisenglanz (welche dann weiter mit dem Magnetstab oder mit Salzsäure zu untersuchen sind). In der nächstfolgenden Zone liegen die Amphibolite, deren spec. Gew. = 3 — 4 ist. Von diesen erscheint das Pulver des Hypersthens fast ockergelb, des Diallags und des Augites weißlich. Alle drei Pulverarten werden beim Erhitzen mit Kobaltsolution blaßrosenroth. In der dritten Zone erscheint das Sandpulver der gemeinen und Kalkhornblende, welche ein spec. Gew. = 2,8 — 3 haben, und von denen das Pulver der Magnesiahornblende grünlich, das der Kalkhornblende bräunlich ist. In der vierten oder untersten Zone erscheint das Pulver der Mineralien, welche ein spec. Gew. = 2,5 — 2,7 haben und zu denen die Feldspathe und Leucite gehören. Ihr Pulver ist weiß und wird durch Kobaltsolution blau. Zur weiteren Untersuchung derselben erwärmt man diese Pulverzone mit Salzsäure: Orthoklas und Oligoklas lösen sich gar nicht; Labrador mit Abscheidung von Kieselschleim; Leucit mit Abscheidung von Kieselpulver; Nephelin mit Abscheidung von Kieselgallerte; Anorthit ganz und gar. War Labrador oder Anorthit vorhanden, so entsteht in ihrer Lösung mit Oxalsäure ein starker Niederschlag von Kalk. §. 126.

(Ausführliches über die Schlämmung von Felsartenpulvern findet man in Senft: „Der Steinschutt und Erdboden," S. 350 — 355).

9) Auch die Untersuchung des specifischen Gewichtes von einer Felsart ist von großem Werthe für die Bestimmung derselben. „Gemengte krystallinische Gesteine besitzen ein um so höheres specifisches Gewicht, je reicher an Basen und je ärmer an Kieselsäure sie sind." Ebenso können Gesteine, deren specifisches Gewicht geringer als das des Labradors ist, keine Gemenge von diesem Minerale und dem specifisch schwereren Augit sein.

10) Oft sieht ein Gestein scheinbar einfach aus, betrachtet man es aber im frischen Bruche mit einer starken Loupe, so bemerkt man häufig, daß es gemengt ist. Man kann auf diese Weise oft nicht nur die Natur der einzelnen Gemengtheile, sondern selbst noch ihre krystallinische Gestalt erkennen. Häufig erscheint dann ein Gestein noch feinkörnig, das für das bloße Auge dicht ist.

11) Im Allgemeinen sind auch noch folgende Erfahrungssätze festzuhalten:
   a. Gesteine, welche Orthoklas oder Sanidin zugleich mit Quarz als wesentliche Gemengtheile enthalten, besitzen keinen Augit und auch keinen Labrador.
   b. Labradorhaltige Gesteine führen keine Magnesiahornblende, keinen Kaliglimmer und Quarz.

12) Von außerordentlicher Wichtigkeit endlich ist die Untersuchung von Gesteins-Dünnschliffen unter dem Mikroskope. Durch diese Untersuchung kann man selbst noch in der fast amorph erscheinenden, scheinbar gleichartigen Masse von Basalten, Phonolithen, Trachyten, Melaphyren u. s. w. erkennen, ob sie Augit oder Hornblende, einen monoklinen oder triklinen Feldspath, Nephelin oder Leucit enthalten.

§. 125. verſchiedenen Abarten des Schieferthones und bituminöſen Mergelſchiefers zeigen dieſes Gefüge ſehr deutlich;

4) erdigſtaubiges Gefüge, deſſen Theile ſich abreiben laſſen, wie man bei dem erhärteten Thone und auch bei der Schreibkreide oder auch bei manchem Thoneiſenſteine ſehen kann. Es iſt das eigentliche Schlammgefüge (pelitiſch).

b. Gemengte klaſtiſche Geſteine, in deren Maſſe größere und kleinere, eckig- und ſcharfkantige oder abgerundete Trümmer bald von nur einer, bald von verſchiedenen Felsarten eingekittet erſcheinen in einem bald eigentlich klaſtiſchen, aus erhärtetem Schlamme beſtehenden, bald kryſtalliniſchen, aus Mineralöſungen entſtandenen, Bindemittel. Je nach der Größe der in dieſem Bindemittel eingekitteten Geſteinstrümmer unterſcheidet man

1) ein conglomeratiſches oder pſephitiſches Gefüge, wenn die einzelnen Trümmer wenigſtens die Größe einer Haſelnuß haben. Conglomerate mit ſcharfkantigen Trümmern hat man fälſchlich Breccien genannt;

2) ein ſandſteiniges oder pſammitiſches Gefüge, wenn die einzelnen Trümmer höchſtens die Größe einer Erbſe haben. Gewöhnlich beſtehen die einzelnen Trümmer aus eckigen oder abgerundeten Körnern von Quarz, Orthoklas oder anderen ſchwer verwitternden Mineralien.

Sowohl zwiſchen den einfachen und gemengten klaſtiſchen Geſteinen, wie auch zwiſchen den durch ihr verſchiedenes Gefüge hervorgerufenen Arten derſelben finden indeſſen die mannichfachſten Uebergänge ſtatt, wie auch nicht anders zu erwarten iſt, da ja die meiſten durch Zuſchlämmung von Geröllen, Sand und Schlamm entſtanden ſind. Am meiſten kommt es vor, daß ein zuunterſt liegendes Conglomerat in ſeinen oberſten Lagen in Sandſtein und dieſer in ſeinen oberen Lagen in Schieferthon, Mergel oder erdigen Kalkſtein übergeht.

Da die bei weitem meiſten klaſtiſchen Geſteine nach dem eben Mitgetheilten aus den Verwitterungsproducten der kryſtalliniſchen Felsarten entſtanden ſind, ſo können dieſelben auch wieder durch dieſelben Agentien, welche ihre Bildung herbeiführten, zertrümmert und in Steinſchutt und Erdkrumen umgewandelt werden. Vor allen gilt dieſes von denjenigen Arten dieſer Geſteine, welche Thon, Mergel oder Kalk zum vorherrſchenden Beſtandtheil oder Bindemittel haben, ſo namentlich von den ganz klaſtiſchen Conglomeraten und Sandſteinen.

Bei dieſen eben genannten Arten der klaſtiſchen Geſteine wird ſtets zuerſt das Bindemittel von den Verwitterungsagentien angegriffen, wenn anders es nicht aus erſtarrter Kieſelſäure beſteht:

1) Das thonige Bindemittel wird alsdann zuerſt durch den Wechſel der Temperatur und das Waſſer riſſig gemacht, dann von dem letzteren erweicht und geſchlämmt;

2) das reinkalkige Bindemittel aber wird durch Kohlenſäure haltiges Waſſer aufgelöſt und ausgewaſchen;

3) das aus vulcanischer Asche gebildete Bindemittel endlich wird durch Kohlensäure haltiges Wasser in derselben Weise, aber leichter und schneller, wie die Mutterminerallien, aus deren Zerkleinerung es entstanden ist, zersetzt.

Sobald nun in dieser Weise die Gesteinstrümmer ihr Bindemittel verloren haben, bilden sie ein loses Haufwerk von Geröllen, Grus und Sand, dessen einzelne Individuen in ganz ähnlicher Weise, wie die Mineralien oder Gesteine, aus denen sie bestehen, von den Verwitterungsagentien angegriffen und zersetzt werden.

Bei der näheren Beschreibung der einzelnen klastischen Gesteine wird dieser Gegenstand weiter erörtert werden.

d. Eintheilung der Gebirgsarten und Tabellen zur Bestimmung der Classen, Ordnungen, Gruppen und Arten derselben.

§. 126. **Erleichterungsmittel für die Unterscheidung und Bestimmung der Gemengtheile, namentlich in den krystallinischen Gesteinen.** — So lange das Gemenge einer krystallinischen Felsart deutlich und ihr Gefüge grobkörnig ist, hat es keine Schwierigkeit, mit Hülfe der im §. 127 folgenden Bestimmungstafeln die Gemengtheile der Felsarten zu bestimmen; wenn aber das Gemenge einer Felsart undeutlich und ihr Gefüge dicht erscheint, dann treten namentlich zwischen den einfachen und gemengten krystallinischen, oder selbst zwischen gemengten und ungemengten Felsarten bisweilen solche Zweideutigkeiten hervor, daß vorzüglich der Anfänger leicht irrthümlich zwei ihrem Wesen nach ganz verschiedene Felsarten mit einander verwechseln könnte. Um solchen Irrthümern vorzubeugen, sollen im Folgenden die wichtigsten Regeln angegeben werden, mittelst deren man die zweifelhaften Gesteine erkennen und unterscheiden kann.

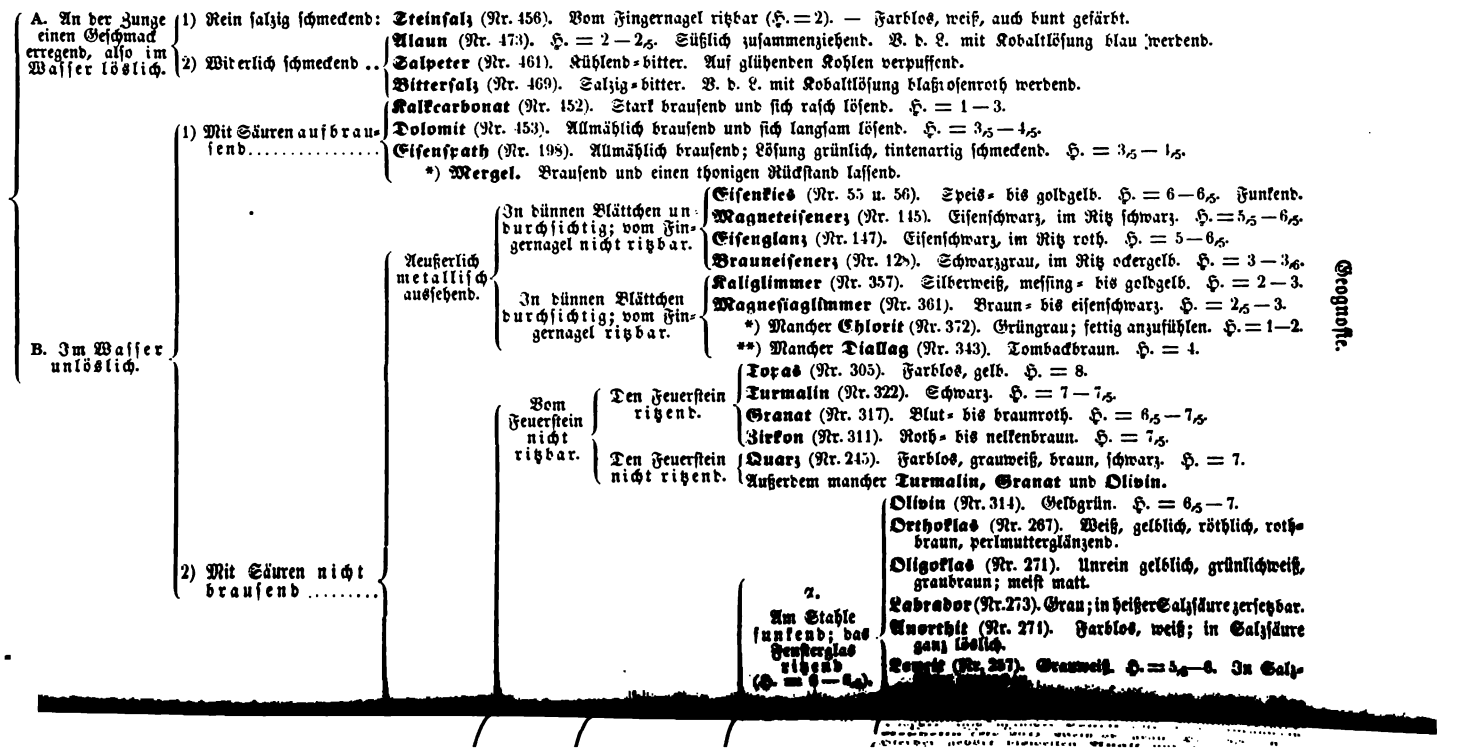
1) Vor allen Dingen mache man sich möglichst vertraut mit denjenigen Mineralien, welche nur einfache Gesteine bilden. Man wird dann leicht einerseits die zufälligen Gemengtheile, welche etwa in einer einfachen Felsart vorkommen, von dem zum Wesen dieser Felsart gehörigen Mineral unterscheiden, — und andererseits eine ähnliche undeutliche gemengte Felsart nicht damit verwechseln.

2) Rechnet man die an anderen Eigenschaften leicht zu erkennenden Thoneisensteine, Mergel, Thon- und Chloritschiefer, sowie den Serpentin ab, so giebt es unter den einfachen krystallinischen Gesteinen keine nur theilweise in Säuren lösliche Felsart.

3) Manche Serpentine könnten bisweilen mit Hyperiten (Gabbro, Eklogit), oder mit gewissen Diabasiten verwechselt werden: aber die Serpentine haben eine Härte = 3—4 und sind milde, während die ihnen ähnelnden Hyperite und Diabasite eine Härte = 5—6 haben und spröde sind; auch sind die Serpentine in Schwefelsäure mit Absatz von Kieselschleim ganz löslich, während die Hyperite und Diabasite entweder gar nicht oder nur theilweise löslich sind.

Tafel I.

§. 128. Ueberſicht der als Felsbildungsmittel wichtigen kryſtalliniſchen Mineralien.



beſitzen, z. B. Magneteiſenerz und Eiſenglanz (welche dann weiter mit dem Magnetſtab oder mit Salzſäure zu unterſuchen ſind). In der nächſtfolgenden Zone liegen die Amphibolite, deren ſpec. Gew. = 3 – 4 iſt. Von dieſen erſcheint das Pulver des Hyperſthens faſt ockergelb, des Diallags und des Augites weißlich. Alle drei Pulverarten werden beim Erhitzen mit Kobaltſolution blaßroſenroth. In der dritten Zone erſcheint das Sandpulver der gemeinen und Kalkhornblende, welche ein ſpec. Gew. = 2,8 – 3 haben, und von denen das Pulver der Magneſiahornblende grünlich, das der Kalkhornblende bräunlich iſt. In der vierten oder unterſten Zone erſcheint das Pulver der Mineralien, welche ein ſpec. Gew. = 2,5 – 2,7 haben und zu denen die Feldſpathe und Leucite gehören. Ihr Pulver iſt weiß und wird durch Kobaltſolution blau. Zur weiteren Unterſuchung derſelben erwärmt man dieſe Pulverzone mit Salzſäure: Orthoklas und Oligoklas löſen ſich gar nicht; Labrador mit Abſcheidung von Kieſelſchleim; Leucit mit Abſcheidung von Kieſelpulver; Nephelin mit Abſcheidung von Kieſelgallerte; Anorthit ganz und gar. War Labrador oder Anorthit vorhanden, ſo entſteht in ihrer Löſung mit Oxalſäure ein ſtarker Niederſchlag von Kalk. §. 126.

(Ausführliches über die Schlämmung von Felsartenpulvern findet man in Senft: „Der Steinſchutt und Erdboden," S. 350 – 355).

9) Auch die Unterſuchung des ſpecifiſchen Gewichtes von einer Felsart iſt von großem Werthe für die Beſtimmung derſelben. „Gemengte kryſtalliniſche Geſteine beſitzen ein um ſo höheres ſpecifiſches Gewicht, je reicher an Baſen und je ärmer an Kieſelſäure ſie ſind." Ebenſo können Geſteine, deren ſpecifiſches Gewicht geringer als das des Labradors iſt, keine Gemenge von dieſem Minerale und dem ſpecifiſch ſchwereren Augit ſein.

10) Oft ſieht ein Geſtein ſcheinbar einfach aus, betrachtet man es aber im friſchen Bruche mit einer ſtarken Loupe, ſo bemerkt man häufig, daß es gemengt iſt. Man kann auf dieſe Weiſe oft nicht nur die Natur der einzelnen Gemengtheile, ſondern ſelbſt noch ihre kryſtalliniſche Geſtalt erkennen. Häufig erſcheint dann ein Geſtein noch feinkörnig, das für das bloße Auge dicht iſt.

11) Im Allgemeinen ſind auch noch folgende Erfahrungsſätze feſtzuhalten:
   a. Geſteine, welche Orthoklas oder Sanidin zugleich mit Quarz als weſentliche Gemengtheile enthalten, beſitzen keinen Augit und auch keinen Labrador.
   b. Labradorhaltige Geſteine führen keine Magneſiahornblende, keinen Kaliglimmer und Quarz.

12) Von außerordentlicher Wichtigkeit endlich iſt die Unterſuchung von Geſteins-Dünnſchliffen unter dem Mikroſkope. Durch dieſe Unterſuchung kann man ſelbſt noch in der faſt amorph erſcheinenden, ſcheinbar gleichartigen Maſſe von Baſalten, Phonolithen, Trachyten, Melaphyren u. ſ. w. erkennen, ob ſie Augit oder Hornblende, einen monoklinen oder triklinen Feldſpath, Nephelin oder Leucit enthalten.

§. 126. Um Augit und Hornblende von einander zu unterſcheiden, bringt man den zu unterſuchenden Dünnſchliff unter das Mikroſkop, in welches man zuvor den Polariſator eingeſetzt hat und dreht dann den letzteren: der Augit verändert in dieſem Falle ſeine Farbe nicht, die Hornblende aber wird hellgrünlich durchſcheinend. — Ebenſo zeigt jeder trikline Feldſpath (Plagioklas) im Durchſchnitte eine blau, gelb, grün, roth gefärbte Streifung (Zwillingsſtreifung), welche der monokline Feldſpath (Orthoklas) nicht zeigt.

Erklärung:

Zur Verfertigung für geeignete Dünnſchliffe verfährt man nach Credner in folgender Weiſe: „Man ſchlägt eine möglichſt gleichmäßig dünne Scherbe von 2—3 Cm. Länge und Breite in der Richtung des verlangten Querſchnittes von dem zu unterſuchenden Geſteinsſtücke ab, befeſtigt ſie mittelſt — vorher erhitzten — Canadabalſams auf einem Glastäfelchen und ſchleift dann die Geſteinsprobe auf einer gußeiſernen Platte mit Smirgel ſo ſtark an, bis eine möglichſt ebene Fläche hergeſtellt iſt, welche man dann auf einer matten Glasfläche ſo lange ſchleift, bis ſie ſpiegelnd geworden iſt. Dann entfernt man durch Erhitzung die geſchliffene Geſteinsprobe von dem Glastäfelchen und bringt ſie mittelſt warmen Balſams mit ihrer glatten Fläche auf ein anderes Glastäfelchen. Die in dieſer Weiſe nach oben gekehrte, noch rauhe Fläche der Geſteinsprobe wird nun wieder in ähnlicher Weiſe wie die erſte Fläche glatt und möglichſt dünn geſchliffen, dann aber auf Glas polirt. Schließlich wird nun der ſo hergeſtellte Dünnſchliff nochmals mit friſchem Balſam auf ein reines Glastäfelchen gebracht und zur Erhöhung der Durchſichtigkeit mit einem anderen reinen Glastäfelchen zugedeckt.“

Tafeln §. 127.

zur

Beſtimmung der Claſſen, Ordnungen, Gruppen und Arten der Gebirgsarten.

Vorbemerkung: Die in dieſen Tafeln jeder Geſteinsart vorgeſetzten Nummern geben die Stelle an, welche jede Felsart in der nachfolgenden Reihenfolge der ſpeciellen Beſchreibungen einnimmt.

§. 128. Uebersicht der als Felsbildungsmittel wichtigen krystallinischen Mineralien.

- **A. An der Zunge einen Geschmack erregend, also im Wasser löslich.**
  - (1) Rein salzig schmeckend: **Steinsalz** (Nr. 456). Vom Fingernagel ritzbar (H. = 2). — Farblos, weiß, auch bunt gefärbt.
  - (2) Widerlich schmeckend ..
    - **Alaun** (Nr. 473). H. = 2 — 2,5. Süßlich zusammenziehend. V. d. L. mit Kobaltlösung blau werdend.
    - **Salpeter** (Nr. 461). Kühlend-bitter. Auf glühenden Kohlen verpuffend.
    - **Bittersalz** (Nr. 469). Salzig-bitter. V. d. L. mit Kobaltlösung blaßrosenroth werdend.
- **B. Im Wasser unlöslich.**
  - (1) Mit Säuren aufbrausend.....
    - **Kalkcarbonat** (Nr. 452). Stark brausend und sich rasch lösend. H. = 1 — 3.
    - **Dolomit** (Nr. 453). Allmählich brausend und sich langsam lösend. H. = 3,5 — 4,5.
    - **Eisenspath** (Nr. 198). Allmählich brausend; Lösung grünlich, tintenartig schmeckend. H. = 3,5 — 4,5.
    - *) **Mergel.** Brausend und einen thonigen Rückstand lassend.
  - Aeußerlich metallisch aussehend.
    - In dünnen Blättchen undurchsichtig; vom Fingernagel nicht ritzbar.
      - **Eisenkies** (Nr. 55 u. 56). Speis- bis goldgelb. H. = 6 — 6,5. Funkend.
      - **Magneteisenerz** (Nr. 145). Eisenschwarz, im Ritz schwarz. H. = 5,5 — 6,5.
      - **Eisenglanz** (Nr. 147). Eisenschwarz, im Ritz roth. H. = 5 — 6,5.
      - **Brauneisenerz** (Nr. 128). Schwarzgrau, im Ritz ockergelb. H. = 3 — 3,6.
    - In dünnen Blättchen durchsichtig; vom Fingernagel ritzbar.
      - **Kaliglimmer** (Nr. 357). Silberweiß, messing- bis goldgelb. H. = 2 — 3.
      - **Magnesiaglimmer** (Nr. 361). Braun- bis eisenschwarz. H. = 2,5 — 3.
      - *) Mancher **Chlorit** (Nr. 372). Grüngrau; fettig anzufühlen. H. = 1—2.
      - **) Mancher **Diallag** (Nr. 343). Tombackbraun. H. = 4.
  - Vom Feuerstein nicht ritzbar.
    - Den Feuerstein ritzend.
      - **Topas** (Nr. 305). Farblos, gelb. H. = 8.
      - **Turmalin** (Nr. 322). Schwarz. H. = 7 — 7,5.
      - **Granat** (Nr. 317). Blut- bis braunroth. H. = 6,5 — 7,5.
      - **Zirkon** (Nr. 311). Roth- bis nelkenbraun. H. = 7,5.
    - Den Feuerstein nicht ritzend.
      - **Quarz** (Nr. 245). Farblos, grauweiß, braun, schwarz. H. = 7.
      - Außerdem mancher **Turmalin, Granat** und **Olivin.**
  - (2) Mit Säuren nicht brausend .....
    - α. Am Stahle funkend; das Fensterglas ritzend (H. = 6 — 6,5).
      - **Olivin** (Nr. 314). Gelbgrün. H. = 6,5 — 7.
      - **Orthoklas** (Nr. 267). Weiß, gelblich, röthlich, rothbraun, perlmutterglänzend.
      - **Oligoklas** (Nr. 271). Unrein gelblich, grünlichweiß, graubraun; meist matt.
      - **Labrador** (Nr. 273). Grau; in heißer Salzsäure zersetzbar.
      - **Anorthit** (Nr. 274). Farblos, weiß; in Salzsäure ganz löslich.
      - **Leucit** (Nr. 257). Grauweiß. H. = 5,5—6. In Salzsäure zersetzbar.
      - **Perlit** (Nr. 276). Glasig; grau; aus runden, schaligen Körnern bestehend.
      - **Pechstein** (Nr. 277). Glasig; lauchgrün; fettglänzend.

nicht metallisch aussehend.
Vom Feuerstein ritzbar.
Vom Messer nicht ritzbar.
β.
Am Stahle wenig oder nicht funkend; das Glas wenig od. nicht ritzend (H. = 5—6).
Vom Messer ritzbar.
γ.
Am Stahle nicht funkend; Glas nicht ritzend, aber von ihm geritzt werdend (H. = 4—5,5).
Vom Finger-nagel nicht ritzbar (H. = 3—4).
Vom Finger-nagel ritzbar (H. = 1—2,5).
kupferroth schimmernd.
Augit (Nr. 331). Schwarz, glasglänzend, im Ritz bräunlichgrau. H. = 5—6.
Hornblende (Nr. 324—326). Schwarz, im Ritz grünlich oder braun; stark glasglänzend. H. = 5—6. Leicht spaltbar.
Diallag (Nr. 342). Grün, grüngrau, tombackbraun; auf Spaltflächen metallisch perlmutterglänzend. — H. = 4.
Phosphorit (Nr. 435). Grünlich, bläulich, röthlich, gelblich. H. = 5.
Hierher auch mancher Leucit (Nr. 257). Grauweiß. H. = 5,5—6.
Nephelin (Nr. 264). Weiß od. grau. H. = 5,5—6.
(Hierher gehört bisweilen Augit und Hornblende; außerdem
Diallag (siehe unter β) u. grasgrüner Smaragdit.
Phosphorit (Nr. 435), namentlich der dichte, röthliche, gelbliche oder graue; in Salzsäure leicht löslich (siehe unter β).
Serpentin (Nr. 391) siehe folgende Abtheilung.
Natrolith (Nr. 286). Gelb bis weiß. H. = 5—5,5. In Salzsäure Kieselgallerte bildend.
Skolezit (Nr. 285). Weiß; strahlig. H. = 5—5,5. In Salzsäure ganz löslich.
Serpentin (Nr. 391). Unrein gelb- bis schwarzgrün. H. = 3—4. B. d. L. sich weiß brennend. Mit Schwefelsäure Bittersalz bildend.
Flußspath (Nr. 442). Grün, gelb, blau. H. = 4. Mit Schwefelsäure glasätzende Flußsäure entwickelnd.
Schwerspath (Nr. 440). Weiß, oft ins Röthliche. H. = 3—3,5. Schwer.
Anhydrit (Nr. 439). Bläulichweiß. H. = 3—3,5.
Hierher auch mancher Glimmer.
Gyps (Nr. 438). Weiß. H. = 1,5—2. Im Kölbchen Wasser ausschwitzend.
Chlorit (Nr. 372). Lauch- bis graugrün. H. = 1—1,5. Fettig anzufühlen.
Talk (Nr. 375). Grünlich, gelblich- oder graulichweiß. H. = 1. Fettig anzufühlen.
Manches Braun- und Rotheisenerz und auch mancher Glimmer. (Siehe A.: Metallisch aussehende Mineralien).

Tafel II.

§. 129. # Ueberſicht der Abtheilungen und Claſſen der Gebirgsarten.

Die Gebirgsarten treten auf als:

A. Felsarten. Derbe, in ihren Theilen feſt zuſammenhängende, auch Fels bildende, Maſſen.

B. Gebirgsſchutt. Loſe, in ihren Theilen wenig oder gar nicht zuſammenhängende Aggregationen von zertrümmerten Felsarten oder von zerſetzten Organismenreſten.

- A. Minerogener Schutt.
  - I. Steiniger Sch. II. Erdiger Sch. (ſiehe Tafel VII.).
- B. Organogener Schutt: Torf (ſ. Tafel VIII.).

A. Minerogene Felsarten. Aus eigentlichen Mineralſubſtanzen beſtehend, beim Erhitzen bisweilen bituminöſen, aber keinen ammoniakaliſchen Geruch entwickelnd.

- I. Kryſtalliniſche. Nur aus kryſtalliniſchen Mineralien beſtehend, ohne Bindemittel (ſ. Taf. IV).
- II. Klaſtiſche. Vorherrſchend aus Zertrümmerungsproducten der kryſtalliniſchen Geſteine beſtehend und ſehr oft mit Bindemittel (ſ. Taf. V-VI).

B. Organogene Felsarten. (ſiehe Tafel VIII.). Beim Erhitzen unter Luftzutritt glühend oder brennend, dampfend, einen bituminöſen oder urinöſen Geruch entwickelnd.

- I. Zoogene. Beim Erhitzen urinös riechend und Ammoniak entwickelnd: Guano.
- II. Phytogene. Schwarze oder dunkelbraune Kohlen.

Tafel III.

§. 130. # I. Ordnungen und Gruppen der I. Claſſe: Kryſtalliniſche Felsarten.

Claſſencharakter: Felsarten, deren Hauptmaſſe aus reinen kryſtalliſchen oder doch kryſtalliniſchen Mineralien beſteht, welche unmittelbar und ohne irgend ein Bindemittel zum Ganzen unter ſich verwachſen ſind.

Die **kryſtalliniſchen Felsarten** zerfallen in:

1. Ordnung: Einfache. Maſſenhafte Aggregate von pulverigen, körnigen, blättrigen oder faſerigen Individuen einer einzelnen derjenigen Mineralarten, welche auf Tafel I. angegeben worden ſind. — In der Regel einfarbig (ſ. Tafel III. a.).

2. Ordnung: Gemengte. Maſſenhafte, deutliche oder undeutliche, feſte Gemenge von zwei, drei oder vier Arten kryſtalliniſcher Mineralien. — In der Regel buntfarbig, nur bei undeutlichem Gemenge ſcheinbar einfarbig. Sie zerfallen in folgende Gruppen, je nach dem in ihnen am meiſten hervortretenden Hauptgemengtheile (ſ. Tafel III. b.).

a. Feldſpath oder ſtatt deſſen Nephelin oder Leucit haltige Felsarten (ſ. Tafel IV. unter A.).

b. Feldſpathfreie Felsarten (ſ. Tafel IV. unter B.).

Tafel III. a. §. 131.

Arten der 1. Ordnung: Einfache kryſtalliniſche Felsarten.

- 1) Im Waſſer leicht löslich.
  - Ohne Geſchmack.
    - 1) **Eis.** Farblos, weiß. Bei 0 Grad R. zu Waſſer werdend.
  - Mit Salzgeſchmack.
    - 2) **Steinſalz.** Farblos, weiß. Rein ſalzig ſchmeckend.
- 2) Im Waſſer nicht oder nur ſehr wenig löslich.
  - Nicht fettig anzufühlen.
    - 4) **Gyps.** Weiß, grau, geadert. Im Kölbchen Waſſer ausſchwitzend und zerreiblich werdend.
      - *) Mancher **Glimmerſchiefer** (ſ. Gemengte kryſtalliniſche Geſteine: Gr. 2).
  - Fettig anzufühlen.
    - 13) **Chloritſchiefer.** Lauch- bis ſchwärzlichgrün.
    - 14) **Talkſchiefer.** Grünlich- bis graulichweiß.
- 1) Mit Salzſäure aufbrauſend.
  - Schnell und ſtark brauſend.
    - 6) **Kalkſtein.** Weiß, am meiſten grau, oft marmorirt. Gleichmäßig brauſend. Mit Ausſchluß der Kreide (ſ. Tafel VI. Nr. 68).
    - 6 a) **Dolomitkalkſtein.** Unrein grau, gelblich; meiſt zellig. Nicht überall in ſeiner Maſſe gleich ſtark brauſend.
      - *) Mancher **Mergel.** Beim Löſen Thon abſcheidend (ſ. Taf. VI. Nr. 65).
  - Langſam und allmählich brauſend.
    - 7) **Dolomit.** Zuckerkörnig, auch zellig; weiß, gelblich, rauchgrau. Löſung bitter-ſalzig ſchmeckend.
    - 8) **Eiſenſpath.** Spathig, körnig; gelbbraun, ſtark glänzend. Löſung grünlich, tintenartig ſchmeckend.
- 2) Nicht mit Salzſäure brauſend,
  - aber ſich löſend.
    - 9) **Brauneiſenerz.** Ockergelb, graubraun bis ſchwarzgrau, im Ritz ockergelb. Löſung gelb, tintenartig ſchmeckend.
      - *) **Rotheiſenerz.** Braunroth (ſ. unter C. Nr. 10.).
      - **) **Phosphorit.** Graulich oder weißgelblich (ſ. unter C. Nr. 5).
  - ſich nicht oder nur zum Theil löſend.
    - 12) **Serpentin.** Gelb- bis ſchwarzgrün. Sich weiß brennend.
      - *) **Hornblendefels.** Schwarz oder graugrün (ſ. unter C. Nr. 15).
      - **) **Glimmerſchiefer.** Eiſenfarbig (ſ. Gemengte kryſtall. Geſteine: Gr. Glimmergeſteine).
      - ***) **Thonſchiefer.** Blauſchwarz (ſ. Gemengte kryſtall. Geſteine: Gr. Glimmergeſteine).
- 1) Aeußerlich metalliſch eiſenſchwarz.
  - Im Ritz braunroth.
    - 10) **Rotheiſenerz.** Eiſenſchwarz und glänzend oder braunroth und matt. Blättrig, faſerig oder dicht.
  - Im Ritz ſchwarzgrau.
    - 11) **Magneteiſenerz.** Eiſenfarbig. Körnig oder dicht. Auf di Magnetnadel wirkend.
- 2) Nicht metalliſch ausſehend.
  - Pechig, ſchlackig oder glaſig ausſehend.
    - 20) **Pechſtein.** Unrein dunkelgrün, auch rothbraun; pechähnlich-fettig.
    - 19) **Perlit.** Perlgrau, perlmutterglänzend; aus ſchaligen Kügelchen beſtehend.
    - 18) **Bimsſtein.** Weißgrau; ſchaumig-blaſig oder glaſig-faſerig; ſeidenglänzend.
    - 17) **Obſidian.** Sammetſchwarz, braun; Bouteillenglas-ähnlich.
  - Nicht ſchlackig oder glaſig ausſehend.
    - **a. Schwarzgrün, ſchwarzgrau oder ſchwarz.**
    - 15) **Hornblendefels.** Körnig, faſerig, ſchiefrig; im Ritze grau.
    - 16) **Augitfels.** Dicht, körnig, ſchwarz oder grün; im Ritze bräunlich.
      - *) **Baſalt.** Grauſchwarz (ſ. Gemengte kryſtall. Geſteine: Gr. Augitgeſteine).
      - **) **Phonolith.** Grünlichgrau (ſ. Gemengte kryſtall. Geſteine: Gr. Feldſpathgeſteine).
    - **b. Weiß, gelblich, grau, bräunlich oder bläulichweiß.**
    - 3) **Anhydrit.** Weiß ins Graue u. Bläuliche. Körnig, faſerig, dicht.
    - 5) **Phosphorit.** Faſerig, dicht, auch porös. In Salzſäure löslich.
      - *) **Felſit.** Roth- und graubraun (ſ. Gemengte kryſtall. Geſteine: Gr. Feldſpathgeſteine).

- Vom Feuerſtein nicht ritzbar, aber auch ihn nicht ritzend.
  - 21) **Quarzfels.** Weiß bis grau; fettig glänzend; körnig, dicht.
    - *) **Hornſtein.** Hornfarbig bis rothbraun; maſſig, dicht.
- Funkend. Beim Reiben blitzend und brenzlich riechend .....
  - 21a) **Kieſelſchiefer.** Grau bis ſchwarz; dickſchieferig.
  - 22) **Feuerſtein.** Rauchgrau; dichte Knollen mit muſcheligem Bruche.

Bemerkung. Die in vorſtehender Tafel nach ihren Härtegraden geordneten Felsarten müſſen je nach ihrem Zuſammenvorkommen in der Erde und je nach ihrem mineraliſchen Charakter in folgende Gruppen zuſammengeſtellt werden:

...ppe: **Hydro-lyte.**	4) Gyps.	9) Brauneiſenerz.	13) Chloritſchiefer.
...is.	5) Phosphorit.	10) Rotheiſenerz.	14) Talkſchiefer.
...teinſalz.	6) Kalkſtein.	11) Magneteiſenerz.	15) Hornblendefels.
	7) Dolomit.		16) Augitfels.
		4. Gr.: **Silicate.**	17) Obſidian.
...ppe: **Halite.**	3. Gr.: **Erzſteine.**		18) Bimsſtein.
...nhydrit.	8) Eiſenſpath.	12) Serpentin.	19) Perlſtein.
		12a) Dunit.	20) Pechſtein.

5. Gruppe: **Kieſel.**
21) Quarz.
21 a) Kieſelſchiefer.
22) Feuerſtein.

§. 132.

Gruppen, Reihen, Sippen und A

Alle hierher gehörigen Felsarten sind deutliche oder u

		Gruppen.	Reihen.	Sip
A. **Feldspathhaltige Felsarten.**	a. Mit vorherrschend **kieselsäurereichem,** kalkarmem oder kalklosem **Feldspath** (also mit Orthoklas=Orth, gemeinem Oligoklas = Ol. oder Sanidin = San.). Unter dem Mikroskop stets krystallinisches Gefüge, aber keine oder nur sehr wenig amorphe (glasige) Masse zeigend.	1. Gruppe: **Feldspathreiche Gesteine.** — Krystallinische Gemenge von vorherrschendem Orth., Ol. oder San. theils mit theils ohne Quarz und außerdem mit Glimmer od. Hornblende oder mit beiden zugleich, und in einzelnen Fällen auch mit Nephelin. Vorherrschend weißlich, hellgrau, gelblich, röthlich, roth- oder graubraun. — Verwitterungsrinde: Weißer oder gelber Thon. In Salzsäure meist unzersetzbar.	1. Reihe: Orthoklas- oder Oligoklasgesteine. — Hauptgemengtheil ist weißer, röthlicher oder braunrother Orth. oder unrein weißer, zwillingsstreifiger Oligoklas.	1. Qua halt
				2. Qua fre
			2. Reihe: Sanidin-Gesteine. — Hauptgemengtheil ist rissiger, stark glasglänzender, weißer, hellgrauer od. röthlicher Sanidin.	1. Qu ha (Ry
				2. Qua fre (Tr

§. 132.

gemengten krystallinischen Felsarten.

Gemenge von zwei oder mehr krystallinischen Mineralien.

Diese Felsarten erscheinen nach ihrem Gefüge:				
körnig.	schiefrig.	dicht.	porphyrisch.	amygdaloidisch.
Granit: Großkörniges, regelloses Gemenge von Orthokl. mit Quarz und Glimmer, oft auch mit Hornblende.	24) Gneiß: Lagenweises Gemenge von Orthoklas od. Oligoklas mit Quarz und Glimmer. 25) Granulit: Orth. oder Ol. von Quarzlamellen durchzogen.	26) Felsit: Dichtes oder sehr feinkörniges inniges Gemenge von Feldspath und Quarz, bisweilen auch Glimmer haltig.	27) Felsitporphyr: Graubraune od. röthlichbraune Felsitmasse, in welcher Feldspathkrystalle u. Quarzkörner, bisweilen auch Glimmerblättchen eingebettet liegen.	
Syenit: Mittelfeinkörniges Gemenge von Orth. oder Hornblende, bisweilen auch mit Glimmer.		28a) Syenitfelsit: Sehr feinkörnige bis fast dichte graue Syenitmasse.	29) Syenitporphyr: Braune oder dunkelgraue Syenitfelsitmasse, in welcher große Orthokl.-, seltener Hornblende-Krystalle liegen. *) Minette: Feldspathgrundmasse, in welcher Glimmer und Orthoklas liegt.	
Quarztrachyt: körniges Gemenge von San. mit Quarz, Glimmer u. Hornblende.		31) Rhyolith: Dichte, fast porcellanartige, aber wenig oder kein Glas enthaltende, aus innig zusammengefritteten Sanidin und Quarz bestehende Masse. *) Hierher gehören eigentlich die in der I. Ordnung Nr. 17—20 beschriebenen Hyalolithe.	31a) Rhyolithporphyr: Rhyolithmasse, in welcher Sanidinkrystalle und Quarzkörner ausgeschieden liegen.	
		32) Sanidintrachyt: Meist poröse, rauhe, seltener ganz dichte, graue, gelbliche od. röthliche Sanidinmasse. 33) Phonolith: Dichtes, dunkelgrüngraues Gemenge von Sanidin, Nephelin und Natrolith.	32a) Trachytporphyr: Graue, röthliche oder grünliche Sanidinmasse, (bisweilen auch Oligoklas haltig), mit Krystallen von stark glänzendem Sanidin und oft auch zwillingsstreifigem, wenig glänzendem Oligoklas, nicht selten auch von Hornblende oder Glimmer. *) Phonolithporphyr (s. Nr. 33).	

§. 132. **Tafe**

Gruppen, Reihen, Sippen und Arte

Alle hierher gehörigen Felsarten ſind deutliche oder undeu

		Gruppen.	Reihen.	Sippen.
A. **Feldſpathhaltige Felsarten.**	a. Mit vorherrſchend **kieſelſäurereichem,** kalkarmem oder kalkloſem **Feldſpath** (alſo mit Orthoklas=Orth, gemeinem Oligoklas = Ol. oder Sanidin = San.). Unter dem Mikroſkop ſtets kryſtalliniſches Gefüge, aber keine oder nur ſehr wenig amorphe (glaſige) Maſſe zeigend.	1. Gruppe: **Feldſpathreiche Geſteine.** — Kryſtalliniſche Gemenge von vorherrſchendem Orth., Ol. oder San. theils mit theils ohne Quarz und außerdem mit Glimmer od. Hornblende oder mit beiden zugleich, und in einzelnen Fällen auch mit Nephelin. Vorherrſchend weißlich, hellgrau, gelblich, röthlich, roth- oder graubraun. — Verwitterungsrinde: Weißer oder gelber Thon. In Salzſäure meiſt unzerſetzbar.	1. Reihe: Orthoklas- oder Oligoklasgeſteine. - Hauptgemengtheil iſt weißer, röthlicher oder braunrother Orth. oder unrein weißer, zwillingsſtreifiger Oligoklas.	1. Quarzhaltige.
				2. Quarzfreie.
			2. Reihe: Sanidin-Geſteine. — Hauptgemengtheil iſt riſſiger, ſtark glasglänzender, weißer, hellgrauer od. röthlicher Sanidin.	1. Quarzhaltige (Rhyolithe).
				2. Quarzfreie (Trachyte).

§. 132.

gemengten krystallinischen Felsarten.

Gemenge von zwei oder mehr krystallinischen Mineralien.

Diese Felsarten erscheinen nach ihrem Gefüge:				
körnig.	schiefrig.	dicht.	porphyrisch.	amygdaloidisch.
Granit: Groß-einkörniges, re-ses Gemenge von oder Ol. mit und Glimmer, len auch mit Horn-	24) Gneiß: Lagenweises Gemenge von Orthoklas od. Olig. mit Quarz und Glimmer. 25) Granulit: Orth. oder Ol. von Quarzlamellen durchzogen.	26) Felsit: Dichtes oder sehr feinkörniges inniges Gemenge von Feldspath und Quarz, bisweilen auch Glimmer haltig.	27) Felsitporphyr: Graubraune od. röthlichbraune Felsitmasse, in welcher Feldspathkrystalle u. Quarzkörner, bisweilen auch Glimmerblättchen eingebettet liegen.	
Syenit: Mittel-feinkörniges Ge-von Orth. oder Hornblende, bis auch mit Glimmer.		28a) Syenitfelsit: Sehr feinkörnige bis fast dichte graue Syenitmasse.	29) Syenitporphyr: Braune oder dunkelgraue Syenitfelsitmasse, in welcher große Orthokl.-, seltener Hornblende-Krystalle liegen. *) Minette: Feldspathgrundmasse, in welcher Glimmer und Orthoklas liegt.	
Quarztrachyt: rniges Gemenge San. mit Quarz, ter u. Hornblende.		31) Rhyolith: Dichte, fast porcellanartige, aber wenig oder kein Glas enthaltende, aus innig zusammengefritteten Sanidin und Quarz bestehende Masse. *) Hierher gehören eigentlich die in der I. Ordnung Nr. 17—20 beschriebenen Hyalolithe.	31a) Rhyolithporphyr: Rhyolithmasse, in welcher Sanidinkrystalle und Quarzkörner ausgeschieden liegen.	
		32) Sanidintrachyt: Meist poröse, rauhe, seltener ganz dichte, graue, gelbliche od. röthliche Sanidinmasse. 33) Phonolith: Dichtes, dunkelgrüngraues Gemenge von Sanidin, Nephelin und Natrolith.	32a) Trachytporphyr: Graue, röthliche oder grünliche Sanidinmasse, (bisweilen auch Oligoklas haltig), mit Krystallen von stark glänzendem Sanidin und oft auch zwillingsstreifigem, wenig glänzendem Oligoklas, nicht selten auch von Hornblende oder Glimmer. *) Phonolithporphyr (s. Nr. 33).	

§. 132. **Ta**

Gruppen, Reihen, Sippen und Arten d

Alle hierher gehörigen Felsarten sind deutliche oder und

		Gruppen.	Reihen.	Sippen
A. **Feldspathhaltige Felsarten.**		2. Gruppe: **Amphibolitgesteine:** Vorherrschend dunkel gefärbt, schwarz u. weiß oder auch grau gefleckt, oder auch einfarbig grün, grau- bis schwarzgrün, dunkelgrau bis schwarz. — Vorherrschender Gemengtheil ist Hornblende oder Augit oder auch Hypersthen und Diallag. Verwitterungsrinde: leber- bis rothbrauner, eisenschüssiger Thon, Letten, Walkerde oder auch Mergel. — Zersetzungsproducte: Kalk-, Dolomit-, Bitter- und Eisenspath; Braun-, Roth- und Magneteisenerz. Die dichten Arten derselben zeigen unter dem Mikroskope oft mehr oder weniger amorphe (glasige) Grundmasse.	1. Reihe: Hornblendegesteine. — Gemeine Magnesiahornblende im Gemenge mit gemeinem Olig.; oft auch mit schwarzem Glimmer, selten mit Quarz. — In Salzsäure scheinbar unzersetzbar. — Unter dem Mikroskope ohne glasige Grundmasse.	
	b. Mit vorherrschend **kieselsäureärmerem Kalknatron-** oder **Kalkfeldspath** (Plagioklas) oder statt dessen mit Nephelin od. Leucit; daher stets in Salzsäure theilweise zersetzbar, oft m. Aufbrausen.		2. Reihe. Amphotere Gesteine: Hornblende oder Augit in, oft undeutlichen Gemenge mit einem Kalknatronfeldspath und oft auch mit Glimmer, Grünerde oder Kalkspath. — Unter dem Mikroskope zum Theil schon mit amorpher Grundmasse. Auch stellt sich bei einigen Olivin und Magneteisen ein, wodurch sie sich den Basaltiten nähern.	1. Dioritol 2. Melaphy 3. Andesit
			3. Reihe. Augitgesteine: Augit im Gemenge mit Kalknatronfeldspath oder mit Nephelin oder Leucit und sehr oft auch mit Magneteisenerz und Epichlorit. — Haupttheimath der Mandelsteine.	1. Basalti (mit mehr weniger gla ger Grun masse).

§. 132.

engten kryſtalliniſchen Felsarten. (Fortſetzung).

Gemenge von zwei oder mehr kryſtalliniſchen Mineralien.

Dieſe Felsarten erſcheinen nach ihrem Gefüge:				
körnig.	ſchiefrig.	dicht.	porphyriſch.	amygdaloïdiſch.
Diorit: Regel- mittel- bis klein- es Gemenge von las u. Magneſia- lende. Tonalit mit Ol., Quarz, Hornblende nd Magneſiaglim- ner; und: Serſantit mit Olig., Hornbl. u. Magneſiaglimmer.	31a) Dioritſchiefer: Lagenweiſes Gemenge von Hornblende und Oligoklas.	31b) Aphanit: Grüngraue bis ſchwarzgrüne, dichte, faſt amorphe, ſehr zähe Hornblende-Oligoklasmaſſe.	31c) Dioritporphyr: Kryptokryſtalliniſche, aphanitiſche Grundmaſſe, in welcher Oligoklas- und oft auch Hornblende-Kryſtalle eingebettet liegen.	
Corſit: Horn- im Gemenge mit hit und oft auch Quarz.			35a) Porphyrit: Dichtes, dunkelgraues oder bräunlichſchwarzes Gemenge von Hornblende oder Glimmer und Oligoklas mit eingebetteten Oligoklas- od. Hornblendekryſtallen.	
Körniger Me- hyr: Undeutliches nge von Kalkhorn- od. Augit mit Kalk- feldſpath; oft auch t und Eiſenſpath ; dem Dolerit oder s ähnlich.		36a) Gemeiner Melaphyr: Dicht, mit glaſiger Grundmaſſe verſehen, ſchwarzbraun bis ſchwarz; dem Baſalt ähnlich.	36b) Melaporphyr: Dichte Melaphyrmaſſe mit Anorthit- oder Labradortäfelchen oder auch mit Uralitkryſtallen od. Glimmer; dem Porphyrit ähnlich.	36c) Melaphyrmandelſtein: Grünlich- od. ſchwarzbraune Melaphyrmaſſe mit Kugeln u. Mandeln von Grünerde, Calcit, Chalcedon, Carniol, Achat.
Körniger An- : Feinkörniges nge von Andeſin oklas) mit Horn- oder Augit.		37a) Dichter Andeſit: Schwärzliches oder braunes, inniges Gemenge von Oligoklas mit Hornblende od. Augit u. oft auch mit Quarz und Glimmer.	37b) Andeſitporphyr: Dichter, dunkelgrauer Andeſit mit Kryſtallen von Oligoklas und Hornblende oder Augit und oft auch mit Glimmer.	
Feldſpathdo- : Deutliches Ge- von Kalknatron-, ath, Augit, Mag- neterz (u. Olivin). a) Anameſit: tliches Gemenge olerites. Nephelindo- : Deutl. Gemenge ugit, Nephelin und eteiſenerz. Körniger Leu- phyr: Gemenge Leucit, Augit und eteiſenerz.		38b) Feldſpathbaſalt: Dichter, einfarbig ſchwarzer Dolerit. 39a) Nephelinbaſalt, dem gemeinen Baſalt ganz ähnlich. 40a) Leucitbaſalt: Aſch- oder röthlichgraue, dichte Leucitophyrmaſſe.	38c) Baſaltporphyr: Feldſpathbaſaltmaſſe mit eingebetteten Kryſtallen von Kalkhornblende oder Augit. 39b) Nephelinbaſaltporphyr: Baſalt mit eingebetteten Nephelin- und Augitkryſtallen. 40b) Eigentlicher Leucitophyr: Leucitbaſalt mit eingewachſenen Leucit- und Augitkryſtallen.	38d) Baſaltmandelſtein: Baſaltmaſſe mit Mandeln von Zeolithen, Aragonit, Calcit oder Eiſenſpath.

§. 132

Gruppen, Reihen, Sippen und Arten

Alle hierher gehörigen Felsarten ſind deutliche oder

		Gruppen.	Reihen.	Sip
				Dia (ohne treten ſige mi
			4. Reihe. Hyperit-Geſteine: Hyperſthen oder Diallag (oder ſtatt deſſen Smaragdit) oder Enſtatit im Gemenge mit Kalknatronfeldſpath (oder auch mit Sauſſurit). — In Salzſäure theilweiſe und oft unter Aufbrauſen zerſetzbar.	
B. Feldſpathfreie Felsarten.				

§. 132.

ngten krystallinischen Felsarten. (Fortsetzung).

menge von zwei oder mehr krystallinischen Mineralien.

Diese Felsarten erscheinen nach ihrem Gefüge:				
körnig.	schiefrig.	dicht.	porphyrisch.	amygdaloïdisch.
iabas: Regelmenge von Kalkdspath, Augit zertheiltem Epi- Grünerde).	41a) Diabasschiefer: Undeutlich gemengte, grau- bis schwarzgrüne Diabasschiefermasse.	41 b) Diabas-Aphanit: Dichte, fast amorph aussehende, unreingrüne Diabasmasse; oft voller Kalkspathkügelchen (Kalkaphanit).	41 c) Diabasporphyr: Grauer od. grüner Aphanit mit eingebetteten Krystallen von Labrador (Labradorporphyr) od. von Augit (Augitporphyr).	41d) Diabasmandelstein: Aphanitmasse mit Kugeln u. Mandeln, namentlich von Kalkspath.
yperſthenit: körniges Geon Kalknatronmit ſchwarzHyperſthen. abbro: Deutiges Gemenge llag oder Smait Kalknatron od. Sauſſurit. Enſtatitfels: Gemenge von und grünem aunem Enſtatit.				
klogit: Gein grünem Smaoder Omphazit) nat. Granatfels: von Granat, nde u. Magnet- herzolith: von Olivin, und Diopſid. urmalinfels: von ſchwarzem n und weißem Breiſen: Gevon Quarz mit	50) Glimmerſchiefer: Lagenweiſes Gemenge von vorherrſchendem Glimmer mit Quarz. *) Hierher auch der Quarz haltige Chloritſchiefer. 51) Urthonſchiefer: Ganz undeutliches Gemenge von Glimmer, Chlorit und Hornblende, wozu oft noch Quarz u. Feldſpath tritt. Vorherrſchend blauſchwarz oder ganz ſchwarz, auf den Spaltflächen ſeiden- od. glimmerig-glänzend; im Bruch nicht erdigmatt.—Beim Befeuchten naß bleibend u. beim Schlämmen keinen Thon zeigend.			

§. 133. **Tafel V.**

II. Ordnungen, Gruppen und Sippen der II. Claſſe: Klaſtiſche Felsarten.

Allgemeiner Charakter: Als feſte, zuſammenhängende Geſteinsmaſſen auftretende Zertrümmerungs- und Zerſetzungsproducte kryſtalliniſcher Felsarten. — Je nach der Beſchaffenheit und der Art ihrer Entſtehung zerfallen ſie in folgende

Ordnungen, Gruppen und Sippen.

Die Maſſe der **klaſtiſchen Geſteine** beſteht

a. nur aus einer, dem bloßen Auge gleichartig oder einfach erſcheinenden, mürben oder auch erdig-körnigen Mineralſubſtanz und enthält nur ausnahmsweiſe einzelne größere Trümmer oder auch Druſen von Kryſtallen:

1. Ordnung: Einfache klaſtiſche Felsarten.

α. Von Vulcanen ausgeworfene und durch Waſſer zuſammengekittete, hauptſächlich aus zu Pulver zerſtampftem Baſalt, Dolerit, Leucitophyr oder Trachyt entſtandene Lavaaſche:

1. Gruppe: **Pyrogene Tuffe** (ſ. Taf. VI. A. 1. Sippe).

β. Theils durch gelöſten Kalk, theils durch geſchlämmte, erdige Maſſen gebildete Geſteine, welche nicht ſelten durch kohlige Theile oder auch Glimmer ſchiefrig erſcheinen:

2. Gruppe: **Hydrogene einfache klaſtiſche Geſteine** (ſ. Taf. VI. B. 1. Sippe).

α. **Klaſtiſche Schiefergeſteine.**

β. **Klaſtiſche Kalkgeſteine.**

b. aus einer bald harten, kryſtalliniſchen, bald mehr mürben, erdigen Grundmaſſe, in welcher zahlreiche große und kleine Felstrümmer oder Sandkörner, bisweilen auch Kryſtalle eingekittet liegen, ſo daß man ein Bindemittel u. in demſelben eingekittete Trümmer unterſcheiden kann:

2. Ordnung: Gemengte klaſtiſche Felsarten.

α. Das Bindemittel iſt ein vulcaniſcher Schmelz oder ein vulkaniſcher Tuff; die in ihm liegenden Trümmer aber ſind verſchiedener Art:

1. Gruppe: **Pyrogene Conglomerate und Sandſteine** (ſ. Taf. VI. A. 2. Sippe).

β. Das Bindemittel beſteht aus einem, durch wäſſerige Löſung entſtandenen, kryſtalliniſchen Mineral oder aus einer geſchlämmten erdigen, namentlich mergeligen oder thonigen Maſſe:

2. Gruppe: **Hydrogene gemengte klaſtiſche Geſteine** (ſ. Taf. VI. B. 2. Sippe).

α. **Halbklaſtiſche.** Das Bindemittel beſteht aus Kalkſpath, Eiſenoxyd oder Hornſtein.

β. **Ganzklaſtiſche.** Das Bindemittel iſt thonig mergelig oder ockerig.

Tafel VI. A. §. 134.

Arten der pyrogenen klastischen Gesteine.

Charakter: Die Hauptmasse derselben besteht theils aus zusammengekitteten, — aber meist schon durch Zersetzung mehr oder weniger umgewandelten —, Vulcanenschutt (Asche) oder Vulcanenschlamm, theils aus der zerriebenen, durch den Verwitterungsproceß mehr oder weniger erdig gewordenen und durch Wasser geschlämmten, Masse eines älteren krystallinischen Eruptionsgesteines. In dieser Hauptmasse erscheinen auch häufig Trümmer von denselben Felsarten eingekittet, aus denen die Hauptmasse selbst entstanden ist. — In der Regel finden sich diese Gesteine in der nächsten Umgebung ihrer Mutterfelsarten als Decke oder Mantel derselben. Ihrer Zusammensetzung nach zerfallen sie in folgende Gruppen, Sippen und Arten:

Gruppen:	1. Pyrogene Tuffe.	2. Pyrogene Conglutinate.
I. Neopyrogene klastische Gesteine. Hauptmasse: Zermalmter, halbzersetzter, meist mürber, aus Trachyt-, Bimsstein-, Phonolith- oder Basaltasche bestehender, Vulcanenschlamm, oft mit eingebackenen Trachyt-, Bimsstein-, Phonolith- oder Basalttrümmern und zahlreichen Krystallen, namentlich von Sanidin, Anorthit, Nephelin, Leucit, Zeolithen, Augit, Melanit, Hornblende, Glimmer u. s. w.	52) Trachyttuff: Weißlich, hellgrau, braunroth; bisweilen sandsteinähnlich; oft Sanidinkrystalle einschließend.	52a) Trachytsandstein: mit Körnern von Quarz, Sanidin oder Trachyt.
		52b) Trachytconglomerat: mit Trümmern von Trachyt.
	53) Bimssteintuff oder Traß: Gelbe oder graue, zerriebene Bimssteinmasse; oft kreide- oder kaolinähnlich.	53a) Bimssteinconglomerat: mit Trümmern von Bimsstein und Trachyt, oft auch Sanidinkrystallen.
	54) Alaunfels: Feinkörniger oder erdiger, von Alunit durchzogener, Trachyttuff.	
	55) Phonolithtuff: Weißlich oder gelbgrau, etwas mit Säuren brausend.	55a) Phonolithconglomerat: mit Trümmern von Phonolith.
	56) Basalttuff: Unreingraue oder schwarzbraune, kalkigthonige, halbzersetzte Basaltmasse mit Nestern von Zeolithen, Kalkspath, Olivin u. s. w.	56a) Basaltconglomerat und Basaltsandstein: mit Brocken und Körnern von Basalt.
	57) Leucittuff (Piperin): Braungrau, mit zahlreichen Leucitkörnchen.	
	58) Palagonittuff: Basalttuff mit gelbbraunen, Colophonium ähnlichen, Palagonitkörnchen.	
II. Palaeopyrogene klastische Gesteine. Hauptmasse: Fein zermalmter, meist thoniger und mürber, oft aber auch aus unzersetzten, fest zusammenhängenden, Felsit-, Melaphyr- oder Diabasstaubtheilchen bestehender Gesteinsschutt, welcher häufig Körner und Brocken von Felsitporphyr, Melaphyr oder Diabas, aber nur selten frische Krystalle umschließt.	59) Felsittuff: Gelblich, graulich, röthlich, braun oder grünlich, oft bunt gestreift oder gefleckt; meist mehr oder weniger thonig, dicht oder auch erdig. Lauchgrüne Pinitoidputzen enthaltend.	59a) Porphyrconglomerat und Porphyrsandstein: ersteres mit gröberen Trümmern von Porphyr, Melaphyr, Thonschiefern; letzterer mit Körnern von Porphyr, Quarz und Feldspath.
	60) Melaphyrtuff: Dunkelrauch- oder röthlichgrau, kalkigthonig.	60a) Melaphyrbreccie: mit Trümmern von Melaphyr.
	61) Grünstein- od. Diabastuff: Grüngraue, unreingrüne oder braune, dichte oder erdige, meist mit Säuren brausende, aus feinsandigem oder pulverigem Diabasschutt bestehend. Oft schiefrig und dann den Schalstein bildend.	61a) Diabasbreccie: mit Diabastrümmern.
		61b) Diabassandstein: mit Körnern von Diabas.

Tafel VI. B. Arten der hydrogenen klaſtiſchen Geſteine.

Allgemeiner Charakter: Die Haupt- oder Grundmaſſe beſteht aus Niederſchlägen im Waſſer und zwar theils von wirklichen Mineralöſungen und dann vorzüglich aus Kalkſpath, Eiſenſpath oder erſtarrter Kieſelſäure, theils von geſchlämmten Mineralmaſſen und dann namentlich aus Mergel, Letten, Thon oder Thoneiſenocker. Die in dieſer Grundmaſſe eingebetteten Trümmer ſind von verſchiedener Art und Größe, aber ebenfalls durch das Waſſer gerollt oder geſchoben, daher meiſt abgerundet. — Je nach der Art ihrer Beſtandesmaſſe und Entſtehung ſind zu unterſcheiden:

§. 135. **1. Sippe. Scheinbar einfache.** Ihre Hauptmaſſe beſteht theils aus kohlenſaurem Kalk, theils aus geſchlämmtem Urthonſchiefer, theils aus Thon, theils aus einer Miſchung von Thon und Kalk und hat theils ein kugelig ſandkörniges, theils ein dichtes, erdiges, theils ein ſchiefriges Gefüge.

- **α. Klaſtiſche Schiefergeſteine.** Theils aus geſchlämmtem Mergel oder Urthonſchiefer, theils aus Thonſchlamm entſtanden.
  - 62) **Thonſchiefer.** Vollkommen ſchiefrig; aus erhärtetem Urthonſchieferſchlamm beſtehend. Kein Waſſer einſaugend u. auch nicht nach Thon riechend.
  - 63) **Schieferthon.** Dick- und dünnſchiefrig, aus erhärtetem Thonſchlamm beſtehend und darum beim Anhauchen thonig riechend und Waſſer einſaugend.
  - 64) **Mergelſchiefer.** Dünnſchiefrig bis blättrig; mit Säuren brauſend. Durch Bitumen oft ſchwarzgrau gefärbt und dann bituminöſer Mergelſchiefer.
- **β. Klaſtiſche Kalkgeſteine.** (**Hydrogene Tuffe**). Vorherrſchend aus Kalkcarbonat beſtehend und aus Kalkſchlamm entſtanden.
  - 65) **Mergel.** Inniges und gleichmäßiges Gemiſch von Kalkcarbonat und Thon.
  - 66) **Rogenſtein.** Dichte oder erdige Kalkmaſſe, welche hirſen- bis erbſengroße, dichte Kalkkügelchen umſchließt.
  - 67) **Kalktuff.** Feinerdig, porös, röhrig; feſt bis zerreiblich.
  - 68) **Kreide.** Feinerdig, weich, abfärbend; häufig nur aus mikroſkopiſchen Thierreſten beſtehend.

§. 136. **2. Sippe. Gemengte.** In einem theils halb-, theils ganzklaſtiſchen Bindemittel ſind eingebettet verſchieden große, eckige oder abgerundete Felstrümmer oder Sandkörner.

- **α. Halbklaſtiſche. (Hydrogene Breccien).** Das Bindemittel beſteht aus kryſtalliniſchen Mineralien, namentlich Kalkſpath od. amorpher Kieſelſäure, ſelten Gyps od. Steinſalz.
  - 1) Mit Kalkſpathbindemittel.
    - 69) **Kalkſteinbreccie.** In einem weißgraulichen Kalkſpathbindemittel liegen abgerundete und eckige Kalkſteintrümmer.
    - 70) **Dolomitbreccie.** In dolomitiſchem Bindemittel liegen abgerundete und eckige Dolomittrümmer.
    - 71) **Stinkſteinbreccie.** In einem kalkſpathigen oder dolomitiſchen Bindemittel liegen eckige Stinkſteinbrocken.
  - 2) Mit kieſeligem Bindemittel.
    - 72) **Lyditbreccie.** In kieſeligem Bindemittel liegen eckige Trümmer von ſchwarzem Lydit.
    - 73) **Flintbreccie** (Puddingſtein). In einem hornfarbigen Bindemittel von Hornſtein liegen abgerundete Feuerſteingerölle.
    - 74) **Arkoſe.** In einem hornſteinartigen (ſeltener kaoliniſchen) Bindemittel liegen graulichweiße Quarz- und weiße oder röthliche Feldſpathkörner, oft auch Glimmerblättchen.
    - 75) **Grauwacke.** In einem harten, feſten, meiſt grauen, kieſelig-thonigen Bindemittel liegen theils Gerölle, theils Körner von weißem Quarz, ſchwarzem Lydit und Thonſchiefer. Bald conglomerat-, bald ſandſtein-, bald ſchieferartig.
- **β. Ganzklaſtiſche.** Das Bindemittel beſteht aus Mergel, Thon, Lehm oder Eiſenocker.
  - 1) **Conglomerate.** Trümmer wenigſtens haſelnußgroß.
    - **a. Einfache Congl. mit Trümmern von einer einzigen Felsart.**
      - 76) Mit thonigem oder lehmigem Bindemittel. Je nach der Art der Trümmer unterſcheidet man: **Quarz-, Granit-, Gneiß-, Glimmerſchiefer-, Felſitporphyr-, Thonſchiefer-** oder **Grauwacken-Conglomerat.**
      - 77) Mit bituminöſem, grauem, mergeligem Bindemittel, in welchem Lydit- und Quarztrümmer liegen: **Kieſel-Conglomerat** des Grauliegenden.
    - **b. Gemengte Congl. mit Trümmern von mehr als einer Felsart.**
      - 78) §. 1. Mit rothem, thonigem oder lehmigem Bindemittel. Je nach den vorherrſchenden Trümmerarten unterſcheidet man: **Quarz-Granit-Congl., Quarz-Gneiß-Congl., Granit-Syenit-Conglomerat** u. ſ. w.
        §. 2. Mit grauem, ockergelbem oder braunem, kalkigen oder mergeligen Bindemittel.
      - 79) **Nagelflue.** Abgerundete Trümmer von Kalk- und Sandſteinen, Granit, Grünſtein, Serpentin u. ſ. w.
      - 80) **Knochenbreccie.** Mit Knochen verſchiedener Thiere und auch mit Kalkſteingerölen.
  - 2) **Sandſteine.** Trümmer höchſtens erbſengroß und vorherrſchend aus Quarz, Feldſpath oder auch Glimmer beſtehend.

    Unter ihnen unterſcheidet man:
    - 81) Sandſteine mit thonigem Bindemittel, zu denen der weißliche **Kaolinſandſtein,** der gelbliche **Thonſandſtein,** der braunrothe **eiſenſchüſſige Sandſtein,** der graue, von Kohlentheilchen durchzogene **Kohlenſandſtein** gehört.
    - 82) Sandſtein mit Eiſenockerbindemittel, zu denen der **Eiſenſandſtein** und auch mancher **Eiſenrogenſtein** gehört.
    - 83) Sandſteine mit kalkigem oder mergeligem Bindemittel, zu denen der weißliche oder grünlichgraue **Kalk-** und **Mergelſandſtein** und der dunkelgrün punktirte **Grünſandſtein** gehört.

Tafel VII. §. 137.

III. Abtheilungen des Gebirgsschuttes.

Allgemeiner Charakter: Zertrümmerungs- und Zersetzungsproducte der krystallinischen und klastischen Felsarten und theils durch gewaltsame mechanische Zertrümmerung (— so der **Steinschutt** —), theils durch allmähliche chemische Zersetzung (— so **Erdkrumen** —) derselben entstanden. Hiernach sind zu unterscheiden:

1. Ordnung. **Steinschutt.** Lose Anhäufungen, deren einzelne Individuen nur als feine Sand- oder Staubkörnchen bei starker Anfeuchtung Zusammenhalt bekommen.

1. Gruppe. 84) **Vulcanenschutt.** Durch die bei vulcanischen Eruptionen hervorbrechenden Dämpfe zertrümmerten Gesteinsmassen entstanden.

Alle hierher gehörigen Steinschuttmassen bestehen theils aus Trümmern der den Krater bildenden Felsarten, theils aus Trümmern der im Krater aufsteigenden Lavamassen. Sie sind vorherrschend grau oder schwarz, seltener unrein gelb- oder rothbraun und bestehen namentlich aus basaltischen oder trachytischen Massen. Je nach ihrer Größe und Form unterscheidet man: **Blöcke, Schlackenkuchen, Bomben, Lapilli** (hasel- bis wallnußgroß), **Lavasand** (birse- bis erbsengroß und theils aus Lavastückchen, theils aus Krystallen von Leucit, Sanidin, Augit, Melanit, Glimmer, Magneteisen ꝛc. bestehend) und **Vulcanenasche,** die zu Pulver oder Staub zermalmte Lava, welche ebenfalls die genannten Mineraltheile enthält.

2. Gruppe. 85) **Verwitterungsschutt.** Durch die Witterungspotenzen und namentlich durch den Wechsel der Temperatur, Wasser, Schnee und Eis entstanden.

Die hierher gehörigen Schuttmassen werden nach den Arten ihrer Muttergesteine und nach der Größe ihrer einzelnen Individuen unterschieden als: **Felsblöcke, Gerölle u. Geschiebe** (wallnuß- bis 2 Fuß groß; erstere sind mehr kugel-, letztere mehr scheibenförmig), **Kies** (hasel- bis wallnußgroß) und **Sand** (erbsen- bis staubgroß und in seiner Staubform **Mehlsand** genannt).

2. Ordnung. **Erdkrumen.** Krümelige Aggregationen, deren einzelne Krumen, namentlich im feuchten Zustande, einen mehr oder minder starken Zusammenhalt gegen einander zeigen. §. 138.

1. Gruppe. **Rein mineralische Krumen.** Nur aus Zersetzungsproducten von Mineralien bestehend. Mit Kalilauge keine braune Lösung bildend.

a. Mit Salzsäure nicht aufbrausend: **Thonige Krumen.**

α. Im trocknen Zustande berstend, fest, klumpig, im nassen Zustande klebrig; beim Schlämmen keinen Sand absetzend.

86) **Kaolin.** Weiß, wenig an der Lippe klebend; im Feuer unveränderlich.

87) **Walkerde.** Grau, stark an der Lippe klebend; im Feuer unveränderlich.

88) **Gemeiner Thon.** Grau oder gelbbraun, stark an der Lippe klebend, im Feuer wenig oder nicht veränderlich; sehr formbar zu dünnen Blättern und Stengeln.

β. Im trocknen Zustande nicht berstend, krümelig oder staubig, im nassen Zustande wenig oder nicht klebend; wenig formbar. Beim Schlämmen Sand absetzend.

89) **Letten.** Ungleichmäßige Mischung von Thon, Sand, Glimmer.

90) **Lehm.** Gleichmäßige und innige Mischung von Thon und Sand.

b. Mit Salzsäure mehr oder weniger stark aufbrausend und sich theilweise und unter Absatz von Thonschlamm lösend: **Kalkige Krumen.**

α. Im trocknen Zustande berstend, fest und klumpig werdend; mit Säuren nicht gleichmäßig aufbrausend. Klebend.

91) **Kalkthon.** Thon mit Kalksand untermischt.

β. Im trocknen Zustande mürbe und krümelig; nicht klebend.

92) **Mergel.** Gleichmäßige Mischung von Thon oder Lehm mit kohlensaurem Kalk. Mit Salzsäure gleichmäßig aufbrausend. Man unterscheidet:

a) Gemeinen Mergel, welcher höchstens 5 Proc. Sand enthält.

b) Löß- oder Lehmmergel, welcher 25—50 Proc. Sand besitzt.

2. Gruppe. 93) **Humose Mineralkrumen,** welche aus einer Mischung von Mineralkrumen mit mehr oder weniger vegetabilischer Verwesungssubstanz (**Humus** oder **Torf**) bestehen. Zu ihnen gehört auch der Marsch und die Torfkrume. Alle geben mit Kalilauge gekocht eine braune Lösung, aus welcher bei Zusatz von Salzsäure weiße oder bräunliche Flocken von Humussäure niederfallen.

§. 139. **Tafel VIII.**

IV. Arten der organolithischen Felsarten.

Allgemeiner Charakter: Schwarze, oder doch beim Erhitzen an der Luft schwarz werdende Zersetzungs- oder Verkohlungsproducte von Organismen; meist steinähnlich, nicht selten aber auch noch mehr oder weniger deutliche Reste von denjenigen Organismen, aus denen sie entstanden sind, zeigend. Beim Erhitzen unter stetem Luftzuge theils mit theils ohne Flamme und theils mit theils ohne brenzlich oder harzig riechendem Dampf verbrennend und eine weißliche Asche hinterlassend. — Je nachdem sie aus Thier- oder aus Pflanzenresten entstanden sind, unterscheidet man:

1. Ordnung. **Animalische Organolithe** oder **Zoogenite,** welche an der Luft erhitzt unter Entwickelung von brenzlich-ammoniakalisch riechendem Dampf zuerst zu einer coaksähnlichen, metallisch schwarzen Kugel schmelzen, dann aber eine weiße Asche geben. Mit Kalilauge erhitzt starken Ammoniakgeruch entwickelnd und eine braune Lösung von huminsaurem Kali gebend. — Hierher gehört:

94. Der **Guano,** welcher weißliche, graugelbe oder braune, mehr oder weniger feste, urinös riechende Massen bildet, die hauptsächlich aus den Excrementen und Körperresten von Seevögeln und Seehunden entstanden sind.
95. Das **Bonebed,** vorherrschend aus Körperresten von Reptilien und Fischen bestehend.

2. Ordnung. **Vegetabilische Organolithe, Phytogenite** oder **Anthrakoïde;** Gelbbraun bis schwarz, und bald deutliche Pflanzenreste zeigend, bald steinähnlich. Zu ihnen gehören alle Kohlenarten, unter denen man unterscheidet:

a. Mit Kalilauge erwärmt keine braune Lösung bildend.
   96) **Anthracit:** Schwarz, halbmetallisch glänzend; derb, steinartig. Ohne Geruch, Dampf und Flamme verbrennend.
   97) **Stein- oder Schwarzkohle:** Schwarz, fettig-glasglänzend; derb, steinartig. Mit harzriechendem Dampf und heller Flamme verbrennend, dabei meist zusammenbackend.
b. Mit Kalilauge erwärmt eine braune Lösung bildend und beim Verbrennen wenig oder nicht zusammenbackend.
   98) **Braunkohle:** Dicht, schwarzbraun, matt oder wenig glänzend, oft noch Pflanzengefüge zeigend.
   99) **Torf:** Gelb- bis schwarzbraune, dichte und mit Pflanzenresten durchfilzte Masse.

c. Specielle Beschreibung der Felsarten.

I. Classe: Krystallinische Felsarten.

1. Ordnung: Einfache krystallinische Felsarten.

Allgemeiner Charakter: Felsarten, welche in ihrer ganzen Masse nur aus unter sich verwachsenen Individuen von einer und derselben Mineralart bestehen.

Vorbemerkung: Alle hierher gehörigen Felsarten sind zwar schon in der I. Abtheilung: „Mineralogie" ausführlich beschrieben worden; indessen müssen sie hier der Vollständigkeit des Ganzen wegen — und weil vielleicht die I. Abtheilung nicht jedem Leser zu Handen ist — nochmals wenigstens als Erdrindemassen aufgeführt werden. Die jeder Felsart beigefügte Paragraphenzahl zeigt auf die Beschreibung derselben in der I. Abtheilung zurück.

1. Gruppe: Hydrolite.

Charakter: Im Wasser leicht lösliche Felsarten.

§. 140. **1. Eisfels.**

(Vgl. §. 167 der Mineralogie und §. 72—78 des Abschnittes 1. der Geognosie).

1) Charakter: Fest gewordene Wassermasse, welche entweder unmittelbar aus der gleichzeitigen Erstarrung und dabei stattfindenden innigen

Verwachſung aller Theile einer Waſſermaſſe oder aus der Verſchmelzung von theilweiſe oder auch ganz aufgethauten Schneekörnern entſtanden iſt, ſo daß man hier nach ſeiner Entſtehung und Gefügeart dreierlei Eis-Abarten zu unterſcheiden hat, nemlich:

1) Waſſereis, welches aus der gleichzeitigen Erſtarrung und Kryſtalliſirung aller Theile einer Waſſermaſſe entſtanden iſt, ſich ſcheinbar amorph und glasartig, waſſerhell oder weißlich, theils ganz durchſichtig, theils nur durchſcheinend zeigt und ein ſpec. Gewicht = 0,89 bis 0,95 beſitzt. Von ihm iſt indeſſen nochmals zu unterſcheiden das ganz durchſichtige, farbloſe Süßwaſſereis und das weißliche, trübe, oft nur durchſcheinende Meereseis.

2) Schneeeis, welches dadurch entſteht, daß kryſtalliniſche Schneeflocken durch äußerliches Abſchmelzen ihrer ſämmtlichen Ecken feſte, harte Eiskügelchen (Firn) bilden, welche dann durch das aus ihrer Anſchmelzung entſtandene und wieder zu Eis erſtarrende Schmelzwaſſer zu einer compacten, rogenſteinartigen, Eismaſſe (Firneis) zuſammengekittet werden, aus welcher endlich durch nochmaliges Durchſchmelzen und Wiedererſtarren ihrer ganzen Maſſe, ein compactes, faſt dicht erſcheinendes, undeutlich körniges, Eis (— das Gletſchereis —) entſteht.

2) Die Bildungsweiſe, Eigenthümlichkeiten und Hauptablagerungsorte des in gewaltigen Gebirgsmaſſen auftretenden Gletſchereiſes, welches hier allein zu betrachten iſt, vergleiche man im I. Abſchnitte vom §. 72—78.

2. Steinſalzfels. §. 141.

(Synom.: Kochſalz; — Sal gemme; Sal di pietra; Salt Rock, Common; Steensalt; — Bergzout; — Honaya sole. — Vergl. I. Abtheilung: „Mineralogie", §. 749).

1) Charakter. — Aus Chlornatrium mit 39,66 Natrium und 60,34 Chlor beſtehend; gewöhnlich aber verunreinigt durch mancherlei theils chemiſche Beimiſchungen, unter denen ſich namentlich Chlorcalcium, Chlormagneſium, Chlorammonium, Chlorkalium, Glauberſalz, ferner Eiſenoxyd, Kupferchlorid, Bitumen und erdige Subſtanzen, endlich auch Gaſe (— namentlich Kohlenwaſſerſtoffgas, Kohlenoxydgas und Waſſerſtoffgas —) bemerklich machen. Im reinen Zuſtande farblos oder weiß, durchſichtig bis durchſcheinend; häufig aber auch durch Verunreinigungen mannichfach gefleckt, geadert oder gefärbt. Das Gefüge bald kryſtalliſch, ſpathartig und dann in Würfel ſpaltbar, oder körnigkryſtalliniſch, blättrig, faſerig oder faſt dicht; im Bruche muſchelig. — Härte = 2, alſo vom Fingernagel ritzbar; ſpec. Gewicht = 2,25 — 2,3. — Beim Erhitzen zu Tropfen ſchmelzend, dabei die Flamme hochgelbfärbend, aber in der Rothglühhitze ſich verflüchtigend. In kaltem wie im warmen Waſſer gleich ſtark löslich. (Im Uebrigen vergleiche die Synopſis der Mineralogie §. 749 S. 865, wo das Steinſalz ſchon nach ſeinen Eigenſchaften und Ablagerungs-Verhältniſſen ausführlich beſchrieben worden iſt).

2) Geſellſchafter, Lagerungsverhältniſſe und Hauptlagerorte. — Da, wo das Steinſalz mächtig entwickelt vorkommt, zeigen ſich

§. 141. theils zwiſchen, theils über ſeinen Maſſen mehr oder minder ſtarke Neſter und Lager von ſolchen Mineralien, wie ſie meiſtens noch gegenwärtig untermiſcht mit dem Kochſalze im Waſſer des Meeres vorkommen. Unter dieſen mineraliſchen Geſellſchaftern machen ſich beſonders bemerklich:

1) Sylvin oder Chlorkalium;
2) Tachyhydrit: Chlormagneſium mit Chlorcalcium und Waſſer;
3) Carnallit: Chlormagneſium mit Chlorkalium und Waſſer;
4) Thenardit: Natronſulfat;
5) Glauberſalz: Natronſulfat mit Waſſer;
6) Glauberit: Natronſulfat mit Kalkſulfat;
7) Bitterſalz: Magneſiaſulfat mit Waſſer;
8) Kieſerit: Magneſiaſulfat mit Waſſer;
9) Anhydrit: Kalkſulfat;
10) Polyhalit: Kalk-, Magneſia-, Kaliſulfat und Waſſer;
11) Gyps: Kalkſulfat mit Waſſer.

Unter allen dieſen Begleitern des Steinſalzes indeſſen erſcheinen Anhydrit und Gyps nebſt Thon als ſeine treueſten Ablagerungsgenoſſen; ja es möchte wohl kaum eine irgend mächtig entwickelte Steinſalzablagerung geben, in welcher die eben genannten drei Mineralſubſtanzen nicht nur die Sohle und Decke, ſondern häufig auch Zwiſchenlager in der Steinſalzmaſſe bildeten oder ſogar in inniger und mechaniſcher Untermengung mit der letzteren aufträten. Hierbei iſt nun bemerkenswerth, daß unter ihnen der Anhydrit gewöhnlich in der nächſten Umgebung des Steinſalzes lagert und eine Art Vermittelungsglied zwiſchen dieſem letzteren und dem über oder unter ihm lagernden Gypſe bildet, — ein Umſtand, welcher darauf hindeutet, daß der Anhydrit vermuthlich erſt aus dem Gypſe und zwar dadurch entſtanden iſt, daß das Steinſalz dem unmittelbar mit ihm in Berührung ſtehenden Gypſe ſein Waſſer entzogen hat.

> Bemerkung: Es iſt damit keineswegs geſagt, daß aller Anhydrit aus dem Gypſe entſtanden iſt; es kann auch das Umgekehrte der Fall ſein, wie ſpäter bei der Beſchreibung des Anhydrites und Gypſes noch näher erörtert werden ſoll.

Außer den eben genannten drei Mineralarten kommen nun auch noch gewöhnlich bunte (abwechſelnd graugrüne, ockergelbe und braunrothe), oft von Schnüren, Adern und Platten von ſpäthigem und faſerigem Gypſe durchzogene, Mergelablagerungen, Dolomite oder auch rauhe Kalkſteine über oder unter den Ablagerungen des Gypſes und Steinſalzes und zwar in der Weiſe vor, daß nicht ſelten der Steinſalzſtock den Kern bildet, um welchen herum von Innen nach Außen zuerſt Anhydrit, dann Gyps, dann Mergel und zu äußerſt Dolomit oder Rauhkalk gewiſſermaßen in Schalen oder Zonen lagert.

Die Mächtigkeit der gewöhnlich maſſigen, ungeſchichteten Steinſalz-Ablagerungen iſt verſchieden; zu den mächtigſten gehören wohl das Steinſalzlager von Wieliczka, welches an manchen Stellen über 1400 Meter, das bei Speremberg unweit Berlin angebohrte beinahe 1300 Meter, das von Staßfurt im Magdeburgſchen faſt 400 Meter mächtig iſt, während der Steinſalzſtock bei Cardona in Catalonien eine Mulde im Grauwacke-

gebirge von mehr als 132,000 Quadratruthen mit einer Mächtigkeit von §. 141.
300 Fuß erfüllt und ſteil anſteigende, klippige Felsberge bildet.

Die Ablagerungsſtätten des Steinſalzes endlich kommen in den an Alter verſchiedenſten Formationen der Erdrinde vor und entſtanden hauptſächlich da, wo ſalzreiche Waſſerfluthen in Buchten und Becken mit flachen Ufergeſtaden in Landesgebieten auftraten, welche einerſeits fortwährend von zur Waſſerverdunſtung reizenden Luftſtrömungen und andererſeits lange Zeiten hindurch ununterbrochen den Strahlen der Sonne ausgeſetzt waren, und bei allem dieſen verhältnißmäßig ſchwache, aber ſalzreiche Zuflüſſe haben oder hatten. Alles dieſes iſt noch gegenwärtig der Fall bei den ſalzreichen Steppenſeen Aſiens, Afrikas und auch Amerikas; aber es fand auch ſtatt ſchon in den früheren Perioden der Erdrindebildungen; ja bei ihnen kam noch hinzu, daß ein tief ins Land einſchneidender, beckenförmiger Meeresbuſen an ſeinen Geſtaden theils durch Landeshebungen längs der Ufer, theils auch wohl durch wallförmige Landbildungen (Pereſipps oder Nehrungen), welche ſich quer vor ſeine Mündung legten, allmählich ganz von ſeinem Muttermeere abgeſchloſſen wurde, ſo daß bei günſtiger Lage ſein Waſſer mit der Zeit vollſtändig verdampfte und ſeinen Salzgehalt abſetzte. Wenn dann in ſpäteren Zeiten durch Erdbeben die Uferwälle des ſo entſtandenen Salzbeckens den Fluthen des Oceans wieder geöffnet wurden, dann wurden zwar die ſchon gebildeten Salzablagerungen zum Theil wieder gelöſt, aber oft auch unter angefluthetem Landesſchutt vergraben.

a. Schon in der ſiluriſchen Grauwackeformation machen ſich z. B. in Pennſylvanien, Ohio und Weſtvirginien (bei Avington) Steinſalzlager bemerklich; ebenſo in der devoniſchen Grauwacke, wie die Salzquellen in Nowgorod, Samogitien und Lithauen, bei Weidohl an der Lenne in Weſtphalen, bei Altenſalza im Voigtlande u. ſ. w. andeuten.
b. Auch im Steinkohlengebiete Weſtvirginiens und Englands (z. B. bei Durham und Briſtol) fehlt es nicht an Steinſalz.
c. Noch häufiger und mächtiger zeigt ſich das Steinſalz im Gebiete der Dyas- und Triasformation. Faſt die ſämmtlichen Ablagerungen dieſes Salzes am Nordabhange der Alpen, (z. B. bei Ausſee, Hallſtadt, Iſchl, Berchtesgaden, Hallein ꝛc.), in Thüringen und im nördlichen Deutſchland (ſo bei Salzungen, Artern, Halle, Staßfurt ꝛc.) gehören theils der Dyas, theils der Trias an; ja ſcheinbar iſt das nördlich vom deutſchen Mittelgebirgsbogen liegende Hügel- und Tiefland ein einziges großes Salzbecken, in deſſen tiefſtem Tümpfel der koloſſale Salzſtock von Staßfurt lagert.
d. Dagegen ſcheinen die Gebiete der Jura- und Kreideformation arm an Steinſalzlagern zu ſein. In Deutſchland zeigen ſich nur am Deiſter und in Weſtphalen Salzquellen im Gebiete der Kreide.
e. Aber im Gebiete der Braunkohlenformationen treten wieder gewaltige Salzlager auf, ſo z. B. bei Cardona in Catalonien, dann zu beiden Seiten der Karpathen in Galizien (Wieliczka und Bochnia), Ungarn und Siebenbürgen.

Bemerkung: Im Uebrigen vergl. hierzu die Beſchreibung des Steinſalzes im §. 749 der Mineralogie.

2. Gruppe: Halite.

Charakter: Im Waſſer ſcheinbar nicht lösliche, aber theils in Salzſäure, theils in Aetzkalilauge zerſetz- und lösbare, vorherrſchend weiße, graue oder braune Felsarten, welche aus den Verbindungen der alkaliſchen Erden oder des Eiſen- und Manganoxydules mit Kohlen-, Schwefel- oder Phosphorſäure beſtehen.

*) In Salz- oder Salpeterſäure unlösliche, aber beim Kochen mit Aetzkalilauge ſich allmählich löſende Halite (Sulfatſpathe).

§. 142.

3. Anhydritfels.

(Namen von griech.: „anhydros", waſſerlos, weil er ſich durch ſeine Waſſerloſigkeit vom Gypſe unterſcheidet. — Syn.: Muriacit und Karſtenit. — Vgl. Mineralogie §. 731 S. 817 ff.).

1) Beſtandesmaſſe: Aus 58,82 Schwefelſäure und 41,18 Kalkerde beſtehende, derbe Maſſe mit ſpäthigblättrigem, körnigem bis dichten Gefüge, bläulicher, graulicher oder weißer Färbung und einem ſpecifiſchen Gewicht = 2,8—3. Seine Härte iſt = 3—3,5; er iſt alſo härter als der Gyps, von welchem er ſich auch noch dadurch unterſcheidet, daß er, wenigſtens im friſchen, reinen Zuſtande, kein Waſſer ausſchwitzt. Liegt er aber längere Zeit an feuchter Luft oder im Waſſer, dann ſaugt er Waſſer ein und wird dadurch allmählich zu Gyps.

Seinem Aeußern nach iſt er überhaupt ähnlich:

1) dem Fluß- und Schwerſpath, von denen ſich aber durch weit geringeres Gewicht,
2) dem Kalkſpath, von welchem er ſich aber durch ſeine Unempfindlichkeit gegen Schwefelſäure,
3) dem kryſtalliniſch körnigen Gypſe, von welchem er ſich aber durch höheres ſpec. Gewicht, ſtärkere Härte und Waſſerloſigkeit unterſcheidet.

Die Maſſe des Anhydrites iſt häufig verunreinigt durch fein zertheilte Beimengungen von Eiſenoxyd, welches ihn ockergelb, braun oder roth färbt, oder durch Bitumen, welches den Anhydrit bei ſehr zarter Vertheilung bläulich, bei ſtarker Menge aber erd- bis ſchwarzbraun färbt.

Das Bitumen iſt nicht ſelten in parallelen Lagen durch die Maſſe des Anhydrites vertheilt und bewirkt alsdann eine ſchwarze parallele Streifung dieſer letzteren. Wenn nun aber die einzelnen Lagen des Bitumens Feuchtigkeit und Sauerſtoff anſaugen, dann entwickeln ſie aus ſich Kohlenſäure und Schwefelwaſſerſtoff, welche die Bitumenlagen aufblähen und in Folge davon zunächſt deſſen mit dem Anhydrit verwachſene und ſich darum nicht in die Breite und Länge ausdehnen könnende Lagen zur Bildung von wurm- oder ſchlangenförmigen Windungen antreiben, ſodann aber eine Lockerung und Plattenbildung der Anhydritmaſſe ſelbſt herbeiführen. Sehr ſchön ſieht man dieſe Bildungen, welche unter dem Namen „Gekröſtein" bekannt ſind, in der Barbaroſſa-Höhle am Südabhange des Kyffhäuſergebirges in der güldnen Aue (vgl. §. 41 f.). In dieſer Anhydrithöhle, welche durch Auswaſchung eines Steinſalzſtockes entſtanden

ist, hängen die von wellenförmigen Bitumenlagen durchzogenen und napfförmigen Anhydritplatten wie die Lederhäute in einer Gerberei herab, weshalb der Volksmund diese Höhle auch „die Gerberei" nennt (Fig. 97). §. 142.

Fig. 97.
Die Barbarossa-Höhle.

2) Lagerorte und Hauptvorkommen. — Wie schon beim Steinsalze erwähnt worden ist, so bildet der Anhydrit nicht nur Nester und dünne Lagen im Steinsalze selbst, sondern auch mehr oder minder mächtige Ablagerungsmassen über demselben. In der Regel steht er dann in Verbindung mit salzhaltigem Thon oder mit Gyps, in welchen er gewöhnlich in seinen oberen Lagen übergeht. In dieser Weise fehlt er wohl in keiner irgend bedeutenden Steinsalzformation, außerdem aber kommt er auch ohne Steinsalz in den unteren Regionen mächtiger Gypsstöcke vor und dann nicht selten unter Verhältnissen, daß man annehmen muß, daß die Gypsablagerung erst in ihrer ganzen Masse Anhydrit war, welcher durch Ansaugung von Meteorwasser allmählich von Außen nach Innen hydratisirt und in Gyps umgewandelt worden ist.

So lagert bei Kittelsthal unweit Eisenach der Anhydrit unmittelbar auf dem Zechstein. In seiner oberen Region enthält er etwas Wasser und wird weicher. Dann folgt eine Lage, welche noch mehr Wasser enthält, aber noch nicht so weich wie Gyps ist. Ueber dieser Lage endlich folgt der eigentliche Gyps. Bemerkenswerth ist, daß in allen diesen Lagen vom untersten Anhydrit an bis in den eigentlichen Gyps hinein Speckstеinknollen und erbsengroße Quarzkrystalle eingewachsen vorkommen, dagegen nur im eigentlichen Gypse Gypsspathsterne auftreten.

Bemerkenswerthe Fundorte für den Anhydritfels ſind die Steinſalzlagerſtätten von Hall, Hallein, Iſchl, Ausſee; Sulz am Neckar; Lüneburg; Oſterode am Harz; Südabhang des Kyffhäuſers bei der ſchon genannten Barbaroſſa-Höhle unweit Frankenhauſen; Staßfurt bei Schönebeck; Segeberg in Holſtein; Wieliczka und Bochnia in Galizien.

§. 143. **4. Gypsfels.**

(Der Namen ſtammt vom griech. „gypsos", d. i. weißer, weicher Kalkſtein. — Synon.: Alabaſter, Gypsſpath, Fraueneis z. Th. Vgl. hierzu §. 730 der Mineralogie).

1) Beſtandesmaſſe: Weiche, ſchon vom Fingernagel ritzbare, beim Erhitzen (z. B. in einer Glasröhre) Waſſer ausſchwitzende, Steinmaſſe, welche im normalen Zuſtande aus 32,64 Kalkerde, 46,19 Schwefelſäure und 20,87 Waſſer beſteht, oft aber durch fein zertheilte Beimiſchungen, namentlich von Eiſenoxyd, Steinſalz, Bitumen oder Thon verunreinigt wird, und darum auch nur im reinen Zuſtande ganz weiß, ſonſt aber gewöhnlich grau, ockergelb, rothbraun oder rauchbraun gefleckt, geadert, gewölkt oder auch parallel geſtreift erſcheint. Sein ſpec. Gewicht = 2,2—2,4.

Der Gyps iſt in 380 bis 400 Theilen reinen Waſſers löslich, enthält aber das letztere Salzſäure oder Kochſalz gelöſt, ſo vermag es größere Mengen Gyps in ſich aufzulöſen. Dabei iſt nun aber zu bemerken, daß wenn man zu einer ſtarken Gypslöſung ſo viel Kochſalz ſetzt, daß eine geſättigte Salzſoole entſteht, der Gyps ſich in ſchönen Kryſtallen ausſcheidet. — Außerdem löſt ſich der Gyps auch in Potaſche- oder Sodalöſung und endlich auch noch ſehr ſtark in Löſungen von humin- und quellſauren Alkalien, z. B. in Düngerjauchen, Torfbrühe, und von Verweſungsflüſſigkeiten durchdrungenem Teichſchlamm. Indem ſich nun in dieſen letzteren Löſungsmitteln Bitumen und Schwefelwaſſerſtoff-Ammoniak entwickelt, ſo muß der in ihnen gelöſte Gyps bei ſeinem Ausſcheiden ſowohl das Bitumen wie das Schwefelwaſſerſtoff-Ammoniak in ſich aufnehmen. Hierdurch läßt ſich die Entſtehung einerſeits des bituminöſen oder Stinkgypſes und andererſeits von kryſtalliniſchem Schwefel, welchen man nicht ſelten namentlich im bituminöſen Gypſe der Steinkohlen-, Zechſtein-, Braunkohlen- und Torfformation antrifft, erklären.

Das Gefüge des Gypsfelſes iſt vorherrſchend theils kryſtalliniſch-körnig oder zuckerähnlich, theils dicht bis faſt erdig, aber zwiſchen ſeinen dichten Maſſen kommen auch Neſter, Schnüre und Plattenlager vor, welche theils aus kryſtalliſch-ſpäthigem (d. h. ſich in dünne, rhomboidale Tafeln und Blätter ſpaltenden), theils aus ſtengeligem oder faſerigem Gypſe beſtehen, a bisweilen befinden ſich in ſeiner Maſſe ſelbſt die ſchönſten Sterne und Blumen von Schwalbenſchwanzgyps.

2) Je nach dem verſchiedenen Gefüge und den Verunreinigungen ſeiner Beſtandesmaſſe unterſcheidet man vom Gypſe mehrere Abarten:

a. nach dem Gefüge:

1) Späthigen Gyps, mächtige Tafel- oder Platten-Ablagerungen, die ſich in der Richtung ihrer Tafelflächen vollkommen ſpalten laſſen;

2) Schuppig-körnigen Gyps;

3) Kryſtalliniſch-körnigen od. zuckerkörnigen Gyps (Alabaſter); §. 143
4) Dichten Gyps, welcher die Hauptmaſſe der Gypsablagerungen bildet;
5) Faſergyps, welcher meiſt plattenförmige Maſſen bildet, die aus parallel verbundenen Stengeln oder Faſern beſtehen.

b. nach den Verunreinigungen:

6) Thongyps, deſſen Maſſe aus graugrünem, ockergelbem oder rothbraunem, von Gypsſchnüren durchzogenen, Thon beſteht;

7) Stinkgyps oder bituminöſen Gyps, welcher entweder einfarbig erdbraun oder ſchwarzbraun parallel oder wellig geſtreift iſt und häufig aus dem bituminöſen Anhydrit (§. 141) hervorgeht.

3) Sowohl in dem körnigen, wie im dichten Gypsfelſe zeigen ſich bisweilen mineraliſche Einſchlüſſe, welche der Maſſe deſſelben ihrem Beſtande nach ganz fremd ſind, ſo: Bergkryſtalle (z. B. bei Kittelsthal unweit Eiſenach, bei Fahnern unweit Langenſalza); Boracitkryſtalle, z. B. im Gyps von Lüneburg; Dolomitkryſtalle und Speckſteinknollen, z. B. bei Kittelsthal; Glimmer, z. B. im Val Canaria; Schwefel, z. B. bei Weende im Hannoverſchen; Eiſenkies, z. B. bei Oſterode am Harz; Blende bei Hall in Tyrol; Bernſtein bei Segeberg in Holſtein; Stein-, Glauber- und Bitterſalz u. ſ. w.

4) Verwitterung, Bergformung und Höhlenbildung. — Wenn auch der Gyps nur wenig in Waſſer auflöslich iſt, ſo vermag doch das letztere im Verlaufe der Zeiten mannichfache Veränderungen an den Ablagerungsmaſſen des Gypſes hervorzubringen. Die zu Tage ſtehenden Felsmaſſen des letzteren wäſcht und rundet es ab oder es nagt in ihre dachförmig abfallenden Gehänge tief in dieſelben einſchneidende und oft parallel ziehende Furchen (— ſogenannte Schratten —); und da, wo es von einer überhängenden Felsfirſte auf eine Gypsfelsfläche tropft, nagt es ſich in dieſelbe hinein und bildet ſenkrecht niederſetzende Cylinderhöhlungen (— ſogenannte Schlöte oder Orgeln —), welche es dann an ihrem Grunde zu oft weit ausgedehnten Höhlen (— Schlotten —) erweitert. Gelangt es endlich zu untererdiſchen Gypsablagerungen, ſo löſt es allmählich ein Stück nach dem anderen ab und fluthet es auf untererdiſchen Kanälen fort, ſo daß ein immer größer werdender hohler Raum entſteht, in welchen das über ihm lagernde Deckengeſtein, wenn es ſpaltenreich und mürbe iſt, ſtürzt und ſo Veranlaſſung zur Bildung eines Erdfalles giebt. Alle dieſe Erſcheinungen im Gebiete des Gypſes ſind ſchon im I. Abſchnitte §. 41 g. ausführlich erklärt worden.

Wenn nun weiter das mit aufgelöſtem Gypſe verſehene Waſſer in thon- oder lehmreiche Erdablagerungen gelangt, ſo ſaugen es dieſe auf und vertheilen es durch ihre ganze Maſſe, ſo daß dann ſpäter bei der Verdunſtung des Löſungswaſſers eine Erdbodenmaſſe entſteht, welche aus einem innigen Gemenge von Thon oder Lehm und Gyps beſteht und ſo den Gypsmergel bildet. Dabei kommt es nun aber auch vor, daß, wenn nach Sättigung des Erdbodens mit Gyps noch mehr Gypslöſung in dieſen eindringt, ſich in allen Ritzen und Spalten des Bodens theils Faſer- oder Spathgypsſchnüre, theils auch Druſen und Gruppen der ſchönſten Gypskryſtalle bilden.

§ 148. I. Errichtung und Zuständigkeitsbereich. — Errichtet werden Schöffengerichte in der Regel nur bei den Amtsgerichten, welche Sitz einer Strafkammer sind. Für mehrere Amtsgerichtsbezirke kann ein gemeinschaftliches Schöffengericht errichtet werden. Die Bestimmung der Amtsgerichte, bei welchen Schöffengerichte errichtet werden, erfolgt durch Verordnung des Königlichen Ministeriums der Justiz. Sitz und Bezirk eines Schöffengerichts sind die Orte und Bezirke der Amtsgerichte, bei welchen sie errichtet sind.

II. Zusammensetzung. — Vorsitzender eines Schöffengerichts ist der Amtsrichter, welcher bei dem Amtsgerichte, bei welchem das Schöffengericht errichtet ist, das Amt des Vorstehers bekleidet. Derselbe ernennt alljährlich vor Beginn des Geschäftsjahres aus der Zahl der Amtsrichter des Amtsgerichts, bei welchem das Schöffengericht errichtet ist, einen ständigen Vertreter des Vorsitzenden.

Als Beisitzer des Schöffengerichts fungieren zwei Schöffen, welche für die Dauer eines Jahres aus der Zahl der Urteilsschöffen des Amtsgerichtsbezirks, in welchem das Schöffengericht seinen Sitz hat, ausgelost werden. Für jeden Beisitzer ist ein Stellvertreter auszulosen. Die Auslosung erfolgt durch die Urteilsschöffen des Amtsgerichts, bei welchem das Schöffengericht errichtet ist, unter Leitung des Vorstehers des Amtsgerichts. Die Auslosung findet in Gegenwart des Staatsanwalts und des Gerichtsschreibers statt. Die Namen der Ausgelosten werden in eine Liste eingetragen, welche von dem Vorsteher des Amtsgerichts und dem Gerichtsschreiber unterzeichnet wird. Die Liste ist bis zur nächsten Auslosung aufzubewahren.

Die Reihenfolge, in welcher die Beisitzer und deren Stellvertreter zu den Sitzungen des Schöffengerichts zuzuziehen sind, wird durch das Los bestimmt. Die Auslosung findet in Gegenwart des Staatsanwalts und des Gerichtsschreibers statt. Die Namen der Ausgelosten werden in eine Liste eingetragen, welche von dem Vorsteher des Amtsgerichts und dem Gerichtsschreiber unterzeichnet wird. Die Liste ist bis zur nächsten Auslosung aufzubewahren.

Die Beisitzer und deren Stellvertreter werden für die Dauer eines Jahres ausgelost

Waſſerloſigkeit und Unlöslichkeit in allen Säuren ausgezeichnete Mineral beſteht aus 65,48 Baryterde und 34,52 Schwefelſäure, läßt ſich vom Meſſer, aber nicht vom Fingernagel ritzen, iſt gewöhnlich weiß, nicht ſelten aber auch durch beigemiſchtes Eiſenoxyd gelblich oder braunroth oder durch Bitumen erdbraun gefärbt und bildet derbe Maſſen theils mit kryſtalliſch ſpäthigem oder körnigem, theils mit krummſchaligem, theils mit dichtem Gefüge.

Vorkommen. Der Schwerſpath kommt am meiſten auf Erzgängen theils für ſich allein, theils in Geſellſchaft von Fluß-, Kalk- und Eiſenſpath oder auch von Quarz vor, aber er bildet auch, namentlich in Begleitung von Manganerzen, gewaltige Stöcke und Lagermaſſen vorzüglich im Gebiete der Melaphyre und der Zechſteinformation, ſo z. B. am Harze bei Ilſeld, bei Riechelsdorf und am Südrande des Thüringer Waldes bei Herges und Broterode.

**) In Salz- oder Salpeterſäure ganz oder unter Abſcheidung von Thonſchlamm lösbare Halitgeſteine.

α. Mit Säuren nicht oder wenig aufſchäumende: Phosphathalite.

5. Phosphoritfels. §. 144.

(Apatitfels z. Th.).

1) Beſtandesmaſſe: Körniges, faſeriges oder dichtes, bisweilen auch poröſes und zelliges Geſtein, welches vorherrſchend aus phosphorſaurem Kalk beſteht, dabei aber auch faſt ſtets mehrere Procente Fluor- oder Chlorcalcium enthält und nicht ſelten durch Beimengungen von kohlenſaurem Kalk, Gyps, Dolomit oder Eiſenſpath, ja auch von Thon verunreinigt erſcheint.

Die phosphorſaure Kalkerde bildet, wie ſchon im §. 726 der Mineralogie gezeigt worden iſt, zweierlei Mineralſubſtanzen, von denen die eine als eine feſte Verbindung von 89,35 phosphorſaurem Kalk und 10,65 Chlorcalcium oder von 92,26 phosphorſaurem Kalk und 7,74 Fluorcalcium, die andere aber als ein mehr ſchwankendes Gemiſch von 70—95 Procent phosphorſaurem Kalk mit abwechſelnden Mengen von Fluorcalcium, phosphorſaurer Thonerde, kohlenſaurer Kalk-Magneſia, kohlenſaurem Eiſenoxydul und Waſſer zu betrachten iſt. Man muß deshalb ſchon von vornherein bei der Beſchreibung des Phosphoritfelſes 2 Abarten deſſelben unterſcheiden, nemlich:

5a) den reinen Phosphorit- oder Apatitfels, welcher vorherrſchend aus 89,35 Kalkphosphat und 10,63 Chlorcalcium oder aus 92,26 Kalkphosphat und 7,74 Fluorcalcium beſteht, aber häufig Eiſenoxyd beigemengt enthält. Dieſer Apatitfels beſitzt theils ein körnig-kryſtalliniſches bis dichtes, theils faſeriges Gefüge, iſt blaugrün, grünlich-, graulich-, gelblich- oder röthlichweiß, bisweilen auch grau oder braun und kann ſeinem Aeußern nach theils mit Flußſpath, theils mit Kalkſtein verwechſelt werden, iſt aber härter (— vom Meſſer nicht ritzbar —) wie dieſe beiden Mineralſubſtanzen, löſt ſich ohne Entwickelung von Kohlen- oder Flußſäure in Salpeterſäure auf und giebt dann in ſeiner

§. 144. Lösung sowohl mit Silberlösung wie mit molybdänsaurem Ammoniak einen gelben Niederschlag. —

Er tritt hauptsächlich in, oft sehr mächtigen, Lagermassen im Gebiete des Gneißes, Glimmer- und Urthonschiefers auf. In dieser Weise bildet er nach Hunt im Gneiße Canadas bei Elmsley und Burgeß ein 10 Fuß mächtiges Lager, von welchem 3 Fuß fast nur aus krystallinischem meergrünen Apatit bestehen, während er in den übrigen Lagen mit körnigem Kalke untermengt erscheint. — Ebenso bildet er in der Umgebung der Magneteisenerzlager bei Arendal in Norwegen und in Grönland sehr bedeutende Ablagerungsmassen. Bedeutendere Ablagerungen bildet indessen:

5b) der unreine Phosphorit, zu welchem außer dem Osteolith auch der Staffelit und der thonige Knollenphosphorit Gümpels gehört. Er enthält, wie oben schon angegeben worden ist, außer 70—95 Procent Kalkphosphat schwankende Mengen kohlensauren Kalks, Dolomits, Eisenoxydules und Eisenoxydes, ja auch von phosphorsaurer Thonerde oder geradezu von Thon. Sein Ansehen, wie seine physischen und chemischen Eigenschaften, zeigen sich daher in Folge dieser Beimengungen sehr verschieden. Bald knochen-, kalkstein- oder dolomitähnlich, bald durch Eisenoxyd rothbraun gefärbtem Kalksinter gleichend und dem gemäß bald krystallinisch oder körnig bis dicht, bald porös, zellig und zerfressen aussehend; ferner bald mit Säuren sich vollständig und ohne Aufbrausen lösend, bald auch beim Lösen mehr oder weniger stark aufbrausend und Thon absetzend, — ist er nur von den genannten Gesteinen dadurch zu unterscheiden, daß einerseits seine Härte stärker (H. = 4—5) und sein spec. Gewicht höher (spec. Gew. = 3,13—3,24) ist und andererseits sowohl salpetersaures Silberoxyd wie molybdänsaures Ammoniak in seinen salpetersauren Lösungen einen starken gelben Niederschlag erzeugt.

Dieser unreine Phosphorit, welcher auch Versteinerungen von Korallen und Muscheln (z. B. in der Lahngegend), ja selbst Steinkerne von Reptilien (im Departement Aveyron) umschließt, namentlich der in derben Massen oder in Knollen auftretende, bildet im Gebiete der jüngeren Kalkformationen, so vorzüglich der mergeligen oder thonigen Ablagerungen der Juraformation des allgäuer, badischen, würtembergischen und fränkischen Juras, sowie des Wesergebirges und Teutoburger Waldes, weit verbreitete Ablagerungsmassen.

Aller phosphorsaure Kalk, selbst der krystallische Apatit, ist etwas in Kohlensäure haltigen, noch mehr aber in Wasser, welches humin- oder quellsaures Ammoniak oder Kali enthält, unzersetzt löslich. Kommen nun seine Lösungen mit der atmosphärischen Luft in dauernde Berührung, so wandelt sich das ihn gelöst haltige quellsaure Alkali in kohlensaures um und entweicht nun sammt dem Lösungswasser. In Folge davon setzt sich der Phosphorit theils in Krystallen, theils in Stalaktiten, theils in faserigen Aggregaten in allen Klüften und Höhlungen ab, in welche er durch sein Auslaugungswasser geflutet worden ist. Hierdurch läßt sich

ſein Vorkommen in den Klüften der Baſalte, Phonolithe und Trachyte, ſowie in den thonigen Ablagerungen von Kalkſteinen, welche viele Organismenreſte enthalten, erklären.

Bemerkung: Man hat den Phosphorit bis jetzt nicht zu den Felsarten gerechnet, weil man nicht wußte, daß er ſo bedeutende Ablagerungsmaſſen in der Erdrinde bildete oder weil man ihn mit Kalkſtein oder Mergel verwechſelte. Wenn man erſt alle die Maſſen, welche man bis jetzt für zelligen oder porösen Kalkſtein oder Mergel gehalten hat, genau auf ihren Gehalt an Phosphorſäure unterſucht, ſo wird man finden, daß er ebenſo wie der Mergel zu den Felsarten gerechnet werden muß.

β. Mit Salz- oder Salpeterſäure unter mehr oder minder ſtarkem Aufſchäumen ſich löſende Halitgeſteine: Carbonathalite.

6. Kalkfels. §. 145.

(Kalkſtein; kohlenſaurer Kalk; Marmor z. Th.; Calcaire; Carbonate of Lime; Limestone). (Vgl. §. 744 der Mineralogie).

1) Beſtandesmaſſe: Derbe, körnige, oolithiſche, dichte bis erdige, im reinen Zuſtande aus 56,13 Kalkerde und 43,87 Kohlenſäure beſtehende, — häufig aber theils durch chemiſche Beimiſchungen von Magneſia-, Eiſen- oder Manganoxydulcarbonat oder auch von Kieſelſäure, theils durch mechaniſche Beimengungen von Eiſenoxyd, Thon, Sand, Bitumen oder Kohle verunreinigte, — Mineralmaſſe von vorherrſchend grauer, ſeltener weißer, oft aber auch (durch Bitumen) ſchwärzlich rauchbrauner oder (durch Eiſenoxyd) ockergelber oder rothbrauner Farbe und dann nicht ſelten bunt gefleckt, gewölkt oder geadert (marmorirt).

In der Regel iſt ſeine Härte = 3, aber manche ſeiner Abarten laſſen ſich auch vom Fingernagel ritzen oder reiben ſich gar am weichen Finger ab. — Wird er unter Luftzutritt ſtark erhitzt, ſo giebt er ſeine Kohlenſäure frei und wird ätzend (Aetzkalk, kauſtiſcher oder gebrannter Kalk); bei vollem Luftabſchluſſe aber ſtark geglüht behält er nicht nur ſeine Kohlenſäure, ſondert verändert auch ſein Gefüge, ſo daß z. B. aus dichtem Kalkſtein kryſtalliniſcher wird. — In Salzſäure löſt er ſich raſch und unter ſtarkem Aufbrauſen auf; in Schwefelſäure aber brauſt er wohl auch ſtark auf, aber er wandelt ſich dabei in ſcheinbar unlöslichen Gyps um. Daſſelbe geſchieht auch, wenn er mit Löſungen von ſchwefelſauren Schwermetalloxyden in Berührung kommt. — In Kohlenſäure haltigem Waſſer und ebenſo in humusſauren Alkalien endlich löſt er ſich unzerſetzt auf, ſo daß er bei der Verdunſtung ſeiner Löſungsflüſſigkeit ſich wieder als einfach kohlenſaurer Kalk abſcheidet.

2) Schichtung, Abſonderungsklüfte und Verwitterungsverhältniſſe. — Die bei weitem meiſten Kalkſteinmaſſen ſind deutlich geſchichtet und dabei von mannichfachen, bald mit den Schichtſpalten parallel ziehenden, bald dieſe letzteren unter irgend einem Winkel durchſchneidenden, Riſſen und Klüften durchſetzt. Dazu kommt noch, daß die einzelnen Kalkſteinablagerungen durch Zwiſchenlagen von leicht ſchlämmbarem Thon oder Mergel von einander getrennt erſcheinen. So lange nun alle dieſe Maſſen wagerecht abgelagert und nicht von Tag aus durch ſenkrecht niederſetzende

§. 145. Spalten zertheilt erscheinen, bilden sie oft weit ausgedehnte, becken- oder flachwellenförmige oder auch geradezu horizontale Plateaus oder Tafelländer mit nicht selten mauerähnlich abfallenden Seitengehängen. Auf die in dieser Weise abgelagerten Kalkfelsmassen vermögen die Verwitterungspotenzen nur wenig Einfluß auszuüben. Wenn aber die Gebirgsmassen des Kalkfelses von ihrer Oberfläche an durch Austrocknungsspalten zerrissen oder sonst stark gehoben, verschoben, zerdrückt, kurz, in der Weise abgelagert erscheinen, daß das atmosphärische Wasser mit Kohlensäure oder löslichen Humussäuren (Quellsäure) in seine Schichtungsspalten oder Absonderungsklüfte gelangen kann, dann werden die Kalkfelsmassen nicht nur durch das, in seinen Spalten zu Eis erstarrende, Wasser auf das Mannichfaltigste zertrümmert, an ihren Abhängen mit einem Chaos von Felsblöcken überschüttet und an ihren in das Luftmeer hineinragenden Massen in ein Labyrinth von spitzzackigen Riesenzähnen, Felshörnern, Nadeln, Obelisken und Ruinen zerspalten, sondern auch innerhalb ihrer Klüftungen durch die im eingedrungenen Wasser gelöste Kohlen- und Quellsäure angenagt und eines Kalktheiles nach dem anderen beraubt, so daß mit der Zeit aus schmalen Gesteinsrissen umfangreiche Höhlenräume entstehen. An seiner Oberfläche wird demnach unter den gewöhnlichen Verhältnissen der Kalkfels nur durch die mechanisch wirkende Gewalt des gefrierenden Wassers zertrümmert, so lange dieselbe nicht mit einer lebenden und fortwährend bei der Verwesung ihrer abgestorbenen Glieder Kohlensäure liefernden Pflanzendecke gegen die ausdürrenden Wärmestrahlen der Sonne geschützt ist. Ist dieses Letztere aber der Fall, dann wird auch die zu Tage stehende Kalkfelsmasse schon an ihrer Oberfläche angeätzt und theilweise gelöst.

Alle verwesenden Pflanzenmassen produciren bekanntlich Kohlensäure; wird nun diese Säure vom Regenwasser aufgenommen, so wirkt dasselbe auflösend auf den Kalkstein ein, sobald es lange genug auf demselben stehen bleibt und viel Kohlensäure enthält. Beides befördert die verwesende Pflanzenmasse. Daher kommt es, daß mit Pflanzen bewachsene Kalkberge einen für Pflanzen so reichen Boden erzeugen; daß ferner an den sanften Gehängen dieser Berge, an denen das Regenwasser herabrieselt, der Kalkstein mehr verwittert erscheint, als auf der Höhe derselben; darin liegt aber auch der Grund, warum unbewachsene Kalkberge so schwer verwittern und fast pflanzenleer erscheinen. — Tritt das mit aufgelöstem kohlensauren Kalke erfüllte Wasser zu Tage, so verdunstet es allmählich und läßt nun den Kalk als eine weiße, abreibliche Kruste auf der Steinoberfläche zurück; durchrieselt es aber Thonschichten, so giebt es seinen Kalkgehalt ganz oder zum Theil an den Thon ab, wodurch dieser mit der Zeit mergelig oder kalkig wird.

3) Abarten des Kalksteins und Lagerungs-Verhältnisse derselben. — Der Kalkstein zerfällt je nach den Beimengungen seiner Masse und den Abänderungen seines Gefüges in eine Menge von Abarten, unter denen die folgenden die wichtigsten sind:

A. Kalksteine, welche fast oder ganz rein von Thon und anderen mechanischen Beimengungen sind.

a. Mit krystallinisch-körnigem Gefüge und ohne Petrefacten.

1) Der körnige Kalkstein (Urkalk, Marmor, salinischer Kalkstein): Krystallinisch groß- bis feinkörnig, oft fast wie Zucker aussehend. Vorherrschend weiß. Oft reich an zu-

fälligen Beimengungen, unter denen namentlich Glimmer, §. 145.
Talk, Quarz, Hornblende, Granat, Idokras und Eiſenkies ſehr häufig vorkommen. — Vorzüglich im Gebiete des Gneißes, Glimmer- und Urthonſchiefers, ſo z. B. in den Tyroler und Salzburger Alpen, wo er mit gewaltiger Mächtigkeit auftritt; im Rieſengebirge oberhalb Hermsdorf, am Reichenſtein u. ſ. w.; in Sachſen bei Miltitz und Chemnitz; am Fichtelgebirge bei Wunſiedel; an der Bergſtraße bei Auerbach u. ſ. w.

b. Mit rogenſteinartigem, dichten, erdigen oder poröſen Gefüge und mit Petrefacten; indeſſen nur dann hierher gehörig, wenn ſein Bindemittel nicht thonig oder mergelig iſt, denn in dieſem letzten Falle gehören die Oolithe zu den halbklaſtiſchen Geſteinen (vgl. I. Ordnung, 2. Gruppe, 1. Sippe dieſer Geſteine).

2) Der oolithiſche Kalkſtein oder Rogenſtein: Dichte oder erdige Kalkſteinmaſſe, in welcher entweder dicht zuſammengedrängt oder mehr einzeln, hirſen- bis erbſengroße, kugelrunde Kalkkörner von concentriſch-ſchaliger, ſtrahlig-faſeriger oder auch dichter Zuſammenſetzung eingekittet liegen. Einem Haufen verſteinerter Fiſcheier (Fiſchrogen) oft nicht unähnlich. — Mächtige Ablagerungen bildend in verſchiedenen Formationen, namentlich aber im Zechſtein (bei Soden am Speſſart, bei Stadtberg in Weſtphalen u. ſ. w.), im Buntſandſtein (z. B. am Nordrande des Harzes zwiſchen Sandersleben, Bernburg und Blankenburg); vor allen aber im mittleren braunen Jura (z. B. im Breisgau an der Weſtſeite des Schwarzwaldes).

3) Der dichte Kalkſtein: Dichte, nicht ſelten aber auch mikrokryſtalliniſche, Maſſe mit ſplitterigem oder feinerdigem, im Großen flachmuſcheligem Bruche; grau bis weiß, durch beigemengtes Eiſenoxyd oft gelb oder rothbraun gefleckt; durch Bitumen dunkelrauchgrau und bisweilen ſtinkend. — Theils für ſich allein, theils im Verband mit Sandſtein, Schieferthon und Mergel mächtige Gebirge zuſammenſetzend. Je nach ſeinen Ablagerungsorten unterſcheidet man wieder von ihm folgende geologiſche Abarten: Der dichte Uebergangs- (Grauwacke-) Kalkſtein: meiſt dunkelfarbig, grau, oft gelb und braun gefleckt und von weißen Kalkſpathadern durchzogen. (Lager und Stöcke im Grauwackegebirge, z. B. am Harze bei Rübeland und Grund, bildend). — Der Kohlenkalkſtein (Bergkalk): dunkelrauchgrau. (Im rheiniſchen Steinkohlengebiete mit Thon- und Kieſelſchiefer wechſellagernd); der Zechſteinkalk: Sehr feſt und zähe, dunkelgrau, meiſt bituminös. (Ueber dem Kupferſchiefer und unter dem Dolomit der Zechſteinformation lagernd); — der Muſchelkalk: Grau oder graugelb; im Bruche flachmuſchelig. Oft dünn- und wellig-

§. 145. geſchichtet und an ſeinen Schichtflächen voll runzeliger Wulſte (Wellenkalk); oder fein-porös und beim Zerſchlagen ein weißes Pulver gebend (Mehlbatzen); oft mit zahlreichen Verſteinerungen, unter denen namentlich hervortreten: Terebratula vulgaris (Terebratulitenkalk), Gervillia socialis (Gervillienkalk), Lima striata (Lima- oder Striatenkalk), Dentalium laeve (Dentalienkalk), Encrinites liliiformis (Enkriniten- oder Trochitenkalk) u. ſ. w.; — der Liaskalk: ein zäher, ſchwarzgrauer, oft mergeliger und bituminöſer Kalkſtein mit vielen Petrefacten, namentlich Gryphaea arcuata (Gryphitenkalk), Monotis striata (Monotenkalk), Belemniten (Belemnitenkalk). (Ueber dem Keuper in Schwaben, Baiern, Franken und am Teutoburger Walde); — der dichte weiße Jurakalk: Graulich- oder gelblichweiß; mit ebenem oder muſcheligem Bruche, ebenfalls oft mit zahlreichen Petrefacten, namentlich: Korallen (Korallenkalk); Spongiten (Spongitenkalk); Exogyra virgula (Exogyrenkalk) u. ſ. w. (In Deutſchland die Hauptmaſſe des ſchwäbiſchen und fränkiſchen Jura bildend); — der lithographiſche Kalkſchiefer: ein gelblichweißer, äußerſt regelrecht in Platten abgeſonderter und an Petrefacten ſehr reicher Jurakalk, welcher über dem Juradolomit bei Eichſtädt und Solenhofen in Baiern lagert.

4) Der erdige Kalkſtein oder die Kreide: Weich, mild, abfärbend; mit erdigem, mattem Bruche. Weiß oder gelblich oder durch Glaukonitkörnchen grün gefleckt (Glaukonitkreide). Feuerſteinknollen umſchließend. — In der oberen Kreideformation die obere Ablagerung (die Senongruppe) bildend und in ihren unteren Lagen in Kalkmergel oder in kalkige Sandſteine übergehend. In Deutſchland, vorzüglich auf der Inſel Rügen, wo ſie die ſteile, 400′ hohe Stubbenkammer bildet. — Uebrigens theilweiſe klaſtiſch und dann zur I. Ordn., 2. Gruppe der 1. Sippe der klaſtiſchen Geſteine gehörig.

5) Der poröſe oder röhrige Kalk (Kalktuff, Travertin, Limnocalcit, Duckſtein). Feinerdig, porös, blaſig oder aus concentriſch-ſchaligen Röhren zuſammengeſetzt; feſt bis zerreiblich; weiß, gelblich bis braun; meiſt mit einer Kalkrinde überzogene Pflanzen- und Thierreſte, Schnecken und Muſcheln einſchließend. — Beträchtliche Lager an den Ufern Kalkwaſſer führender Flüſſe bildend und noch fortwährend entſtehend. (In Thüringen, z. B. bei Tonna, Langenſalza, Mühlhauſen und Weimar). (Vgl. hierzu die 1. Sippe der 2. Gruppe der I. Ordnung der klaſtiſchen Geſteine).

B. Kalkſteine, deren Maſſe durch erſtarrte Kieſelſäure, Sand, Thon, Eiſenoxyd, Dolomit oder Bitumen verunreinigt iſt.

1) **Kieselkalk**: Von Kieselsäure durchdrungene Kalksteinmasse; §. 145.
daher beim Lösen in Salzsäure einen Absatz von pulveriger Kieselsäure gebend. Am Stahle funkend; namentlich in dem Tertiärgebirge des Pariser Beckens.

2) **Sandkalk** (Grobkalk, Nummulitenkalk, Milioliten- und Cerithienkalk): Mit Sand untermengte Kalksteinmasse, welche in der Regel auch mehr oder weniger Thon enthält; fest bis zerreiblich; beim Lösen in Säuren einen Sandabsatz gebend. Weiß, gelb, bisweilen auch grünlich gefärbt. — Hauptsächlich im Tertiärgebirge des Beckens von Paris und Mainz (Hanau, Frankfurt, Ingelheim, Nierstein, Oppenheim).

3) **Mergelkalkstein** (thoniger Kalkstein): Ein mit mehr oder weniger Thon untermengter, gelblicher oder graulicher Kalkstein, welcher hauptsächlich im Jura-, Kreide- und Tertiärgebiete vorkommt.

4) **Eisenkalkstein**: Ein dichter oder zelliger, ganz von Eisenoxyd durchzogener, ockergelber oder braunrother, zäher, im Bruche von Eisen glimmernder Kalkstein, welcher in der Uebergangsformation (z. B. bei Elbingerode am Harze) oder in der oberen Zechsteinformation Thüringens (z. B. bei Camsdorf) oder im braunen Jura Würtembergs bedeutende Ablagerungen bildet.

5) **Der Stinkkalk** (Saustein): Dichter oder poröser, fester bis zerreiblicher, rauchgrauer Kalkstein, welcher beim Reiben, Ritzen oder Erwärmen einen häßlichen Schwefelwasserstoff-Geruch verbreitet. — Er findet sich vorzüglich in der Grauwackeformation (z. B. am Iberg auf dem Harze) und in der oberen Zechsteinformation Thüringens, wo er entweder auf Gyps oder auf Dolomit lagert.

6) **Der dolomitische Kalkstein** (Magnesiakalkstein z. Th.): Ein meist poröser, zelliger, gelblich- oder rauchgrauer Kalkstein, welcher als ein inniges Gemenge von Dolomit und Kalkstein zu betrachten ist. Uebergießt man ihn mit Essigsäure, so wird aller Kalkstein desselben aufgelöst, während der Dolomit ungelöst zurückbleibt. Durch dieses Verhalten — ebenso wie durch die Schnelligkeit, mit welcher er beim Betröpfeln mit Essigsäure aufbraust, unterscheidet er sich deutlich vom Dolomit, welcher von der Essigsäure fast nicht angegriffen wird. Fast der meiste sogenannte **Rauhkalk** in der oberen Zechsteinformation Thüringens gehört hierher. — Bei der Verwitterung endlich löst das Kohlensäure haltige Meteorwasser nur den kohlensauren Kalk aus seiner Masse und läßt das Dolomitgerippe derselben unberührt, so daß aus ihm reiner Dolomit entsteht. Durch dieses Alles läßt sich dann auch das poröse, zellige und klüftige Gefüge des so entstandenen Dolomites erklären, wie man namentlich an dem letztgenannten Gesteine in der Zechsteinformation deutlich beobachten kann.

§. 146. **7. Der Dolomitfels.**

(Vgl. §. 745 i. d. Mineralogie).

1) Beſtand. — Derbe, aus 54 — 64 Theilen kohlenſaurer Kalkerde und 36 — 46 Theilen kohlenſaurer Magneſia beſtehende Steinmaſſe mit körnigem, — oft faſt zucker- oder ſandſteinartig ausſehenden, — dichten oder poröſen und zelligen Gefüge und grauer oder weißer ins Gelbe ziehender Farbe. Feſt und zähe bis locker und erdig. Oft durch beigemengtes Eiſenoxyd verunreinigt und dann braun und roth oder auch ſchwarz gefleckt.

Den Kalkſpath ritzend, alſo härter als der Kalkſtein. — Spec. Gew. = 2,8 — 2,9, alſo ſchwerer als der Kalkſtein. — Als derbe Maſſe nur wenig und langſam mit Salzſäure aufbrauſend; als Pulver aber namentlich mit warmer Salzſäure ſtark aufbrauſend und ſich auch leicht löſend. In der Löſung erzeugt eine Miſchung von Ammoniak und phosphorſaurem Natron einen weißen Niederſchlag.

Uebergießt man das Pulver in einem Probirgläschen mit concentrirter Schwefelſäure, ſo entſteht unter Aufbrauſen ein weißer Niederſchlag von Gyps. Verſetzt man nun die über dem Gyps ſtehende Flüſſigkeit mit einigen Tropfen Alkohol und läßt ſie ruhig ſtehen, ſo bilden ſich in ihr eine Menge kleiner, waſſerheller Nadeln von Bitterſalz.

2) Abarten. — Je nach der Art des Gefüges unterſcheidet man:

a. den körnigen Dolomitfels: Mit körnig-kryſtalliniſchem, oft zucker- oder ſandſteinähnlichem, bisweilen aus lauter kleinen rhomboëdriſchen Kryſtallen beſtehendem, Gefüge. Weiß, gelb bis braun. Bisweilen Glimmer, Grammatit, grünen Turmalin, Quarz, Realgar und Blende (z. B. im Binnenthale des Oberwallis oder am Campo longo des St. Gotthards) einſchließend;

b. den zelligen Dolomitfels (Rauhkalk, Rauchwacke): Feinkörnig; nach allen Richtungen hin durchzogen von größeren und kleineren Zellen, Höhlen und Löchern, deren Wandungen oft ganz mit Kalk- oder Bitterſpathkryſtallen überzogen ſind. Gelblich- oder rauchgrau. — Bisweilen beim Reiben ſtinkend. Oft auch voller verſteinerter Korallen (namentlich Feneſtellen). — Vorzüglich in der Zechſteinformation Thüringens maſſig entwickelt und gewöhnlich aus dem oben erwähnten dolomitiſchen Kalkſteine entſtanden;

c. den dichten Dolomitfels: Dicht; im Bruche ſplitterig; weiß ins Graue und Gelbe ziehend. Dem dichten Kalkſteine oft ſehr ähnlich. — Hauptſächlich in der oberen Juraformation Frankens.

3) Verwitterung. — Die zu Tage ſtehenden, von aller Pflanzendecke entblößten, Dolomitfelsmaſſen widerſtehen den Verwitterungsagentien ſehr hartnäckig, da ihre kohlenſaure Magneſiakalkerde ſich nur dann in Kohlenſäure haltigem Waſſer löſt, wenn daſſelbe dauernd mit ihr in Berührung bleiben kann. Darin liegt der Grund, warum Dolomitfelſen äußerlich gewöhnlich feſt und hart erſcheinen, während ſie im Innern ihrer von Klüften, Lücken und Poren durchzogenen Maſſe mürbe, bröckelig und

erdig (d. i. in Asche umgewandelt) sind. Wenn sich dann weiter ihre §. 146.
mit mürber Dolomitmasse umschlossenen Klüfte mit Wasser gefüllt haben und es erstarrt dasselbe zu Eis, so wird ihre Felsmasse in ein Chaos von Klippen und Blöcken zerrissen, welche nun bei ihrer weiteren Zersprengung einen grob- bis feinkörnigen Sand (Dolomitsand) bilden, der sich in seiner Pflanzenproductionskraft dem Quarzsandboden nähert und nur dann fruchtbar zeigt, wenn er feucht und schattig liegt.

4) Fels- und Bergformen. — Keine andere Kalksteinart bildet so zerrissene, klüftige, bald obelisken-, bald ruinenähnliche Felsformen wie der Dolomit. — Schluchten, Klüfte und oft weit ausgedehnte Höhlungen, zum Theil mit Wasser oder mit den Gerippen urweltlicher Raubthiere angefüllt, sind eine gewöhnliche Erscheinung in den dolomitischen Gebirgen (z. B. die im Grauwackedolomit des Harzes befindliche Baumannshöhle; die im Zechsteindolomit Thüringens auftretende Altensteiner Höhle; die im Juradolomit Frankens eingebetteten Höhlen bei Muggendorf, Rabenstein und Gailenreuth u. s. w.) (Vgl. hierzu §. 44 ff. pag. 115.).

5) Lagerungsverhältnisse und Lagerorte. — Der Dolomit erscheint gewöhnlich massig, seltener geschichtet. Er lagert in der Regel über oder zwischen Kalksteinen oder Mergeln und steht in einem eigenthümlichen Verbande mit Gypslagern. — Seine Lagerstätten finden sich zwar in Formationen des verschiedensten Alters, doch sind wohl die Grauwacke-, Zechstein- und Juraformation am reichlichsten mit Dolomiten versehen.

Im Gneiß kommt Dolomit vor bei Memmendorf unweit Freiberg;
im Glimmerschiefer bei Tharand und Braunsdorf im Erzgebirge;
im Urthonschiefer am Fichtelgebirge bei Wunsiedel;
im Grauwackegebiete des Harzes, der Lahngegend bei Gießen und Wetzlar;
im Steinkohlengebiete Sachsens bei Schweinsdorf unweit Dresden;
im Rothliegenden des Erzgebirges bei Langenbernsdorf;
im Zechsteingebiete Thüringens fast überall;
im Buntsandsteingebiete bei Jena, Meiningen u. s. w.;
im Muschelkalke des südlichen Tyrols am Schlern; in Schwaben und Thüringen;
im Keuper Schwabens und Frankens (bei Coburg);
im Jura der sogenannten fränkischen Schweiz;
im Kreidegebiete Frankreichs.

Bemerkung: Der Mergel, welcher gewöhnlich zu den krystallinischen Felsarten gerechnet wird, ist kein eigentliches krystallinisches Gestein, sondern ein Gemisch von klastischem Thon und kohlensaurem Kalk, also wenigstens halbklastisch. Aus diesem Grunde ist er auch unter den klastischen Felsarten in der I. Ordn. 2. Gruppe 1. Sippe beschrieben worden, — noch dazu, weil er nicht selten auch das Bindemittel von wirklichen Conglomeraten und Sandsteinen bildet.

3. Gruppe: Erzgesteine.

(Eisenerzfelsarten).

Charakter: Verbindungen des Eisens mit Sauerstoff oder des Eisenoxydules mit Kohlensäure. — Durch starkes Erhitzen mit Kohle bei Luftabschluß sich reducirend und zu reinen Metallen werdend. — In allen Säuren theils mit, theils ohne thonigen Rückstand und oft unter Aufschäumen lösbar. Ihre Lösung wie Tinte schmeckend,

bald blaßgrünlich, bald gelblich oder rothbraun gefärbt und mit Gallapfeltinctur blauſchwarze Tinte oder einen ſchwarzen Niederſchlag, mit Kaliumeiſencyanür aber einen bald hell-, bald dunkelblauen Niederſchlag gebend.

§. 147. 8. Eiſenſpathfels.

(Spatheiſenſtein; — Siderose; — Spathose Iron. — Vgl. §. 429 der Mineralogie).

1) Beſtand: Derbe, im reinen Zuſtande aus 38 Kohlenſäure und 62 Eiſenoxydul beſtehende, ſehr häufig aber neben dem letzteren mehrere Procente Manganoxydul (bis 11 Proc.), Magneſia (bis 12 Proc.) oder Kalkerde (bis 2 Proc.) enthaltende, Geſteinsmaſſe mit ſpäthig-kryſtalliſchem (d. i. aus lauter Rhomboëdern beſtehenden), grobkryſtalliniſch-körnigem, ſchuppig feinkörnigem oder dichtem Gefüge. Im friſchen Zuſtande rein oder gelblichweiß, bei ſchon begonnener Verwitterung aber zuerſt honiggelb, dann unrein gelbbraun, zuletzt eiſenſchwarz; ebenſo im noch friſchen Zuſtande ſtark perlmutterigglasglänzend, dann bei beginnender Oxydation metalliſch buntglänzend, endlich im ganz verwitterten Zuſtande matt. — Vom Meſſer ritzbar, aber den Kalkſpath ritzend; ſpec. Gew. = 3,7—3,9. — Vor dem Löthrohr erhitzt ſchwarz und magnetiſch werdend. Im reinen Zuſtande durch Schwefelſäure unter langſamem und ſchwachem Aufſchäumen ganz löslich.

Der Eiſenſpath ſieht äußerlich oft dem Dolomit und körnigem Kalkſteine ähnlich; von beiden aber unterſcheidet er ſich durch ſein höheres ſpecifiſches Gewicht; durch ſeine Löslichkeit in Schwefelſäure, durch den tintenartigen Geſchmack ſeiner Löſung und durch ſein Verhalten vor dem Löthrohr.

2) Unter ſeinen unweſentlichen Gemengtheilen ſind namentlich zu erwähnen: Eiſenglanz, Eiſen- und Kupferkies, Zinnober (z. B. bei Eiſenerz in Steyermark), Ankerit (bei Eiſenerz in ſchönen Druſen) und Calcit oder Aragonit.

3) Umwandlung: Wenn der Eiſenſpath mit Feuchtigkeit und atmoſphäriſcher Luft in Berührung kommt, ſo zieht zunächſt ſein Eiſenoxydul ſoviel Waſſer und Sauerſtoff an, daß es ſich zuerſt in ſchwarzbraunes Eiſenoxyduloxyd, dann aber in ockergelbes Eiſenoxydhydrat umwandelt. Bei dieſem Umwandlungsproceſſe nun wird die vorher mit dem Eiſenoxydule verbundene Kohlenſäure frei und wandelt die mit der Eiſenſpathmaſſe verbundene Kalkerde, Magneſia und das vorhandene Manganoxydul in doppelt kohlenſaure lösliche Salze um, welche nun zutretendes Waſſer allmählich ſo aus der Maſſe des Eiſenſpathes auslaugt, daß die von ihm zurückgebliebene Maſſe oft faſt aus reinem Brauneiſenerze beſteht. Aus den auf dieſe Weiſe ausgelaugten doppeltkohlenſauren Salzen erzeugen ſich endlich bei der Verdampfung ihres Kohlenſäure haltigen Löſungswaſſers auf Klüften und Hohlräumen des Brauneiſenerzes oft die ſchönſten Kryſtallgruppen und Druſen von aragoniſtiſcher Eiſenblüthe, Dolomit, Calcit, Ankerit und Manganſpath oder Manganit.

Zuſatz: Bei Eiſenerz in Steyermark kann man dieſe Umwandlung von Eiſenſpath ſehr ſchön beobachten. In dem daſelbſt 850 Fuß mächtigen

Brauneiſenerzſtocke des Erzberges iſt zunächſt das Herz oder der Kern §. 147.
prächtiger Eiſenſpath; ſodann aber kommen auch noch ſowohl im Brauneiſenerze ſelbſt, wie auch in der daſſelbe umlagernden Kalkbreccie abgeſonderte kugelige Knollen von 6—12 Linien Durchmeſſer vor, welche noch einen, 1—3 Linien großen Kern von weißem, kryſtalliniſchen Eiſenſpath und um dieſen herum zuerſt eine ſchmale Zone von ſchwarzgrauem Eiſenoxyduloxyd, dann eine Zone von dunkelröthlichbraunem, wenig Waſſer haltigem, Eiſenoxyd und endlich zu äußerſt eine breite Zone von reinem ockergelben Eiſenoxydhydrat beſitzen.

Es kann indeſſen der Eiſenſpath ſelbſt durch Kohlenſäure haltiges Waſſer in doppeltkohlenſaures Eiſenoxydul umgewandelt und dann im Waſſer aufgelöſt und fortgefluthet werden, wenn er an Orten der Erdrinde lagert, zu denen nur Waſſer mit Kohlenſäure, aber ohne Sauerſtoff, gelangen kann. Gelangt dann die ſo entſtandene Eiſencarbonatlöſung in Klüfte und Höhlen, ſo ſetzt ſie beim Verdunſten des kohlenſauren Waſſers ihren Eiſenſpathgehalt in ganz ähnlicher Weiſe wie Kalklöſungen, als Eiſenſpathſinter und Eiſenſpathſtalaktiten an den Wänden und Decken dieſer hohlen Räume ab. Durch atmoſphäriſche Luft, welche dieſe Räume durchdringt, werden am Ende alle dieſe Sinter und Stalaktiten höher oxydirt und in ſtrahligfaſeriges oder auch concentriſch ſchaliges Brauneiſenerz (d. i. in braunen Glaskopf) umgewandelt. — Gelangt endlich Eiſencarbonatwaſſer mit ausgetrockneten Thonknollenablagerungen in Berührung, ſo ſaugen dieſe alles Eiſencarbonatwaſſer ſo lange in ſich auf, bis jedes Thontheilchen ſich mit Eiſencarbonat geſättigt hat. Durch Austrocknen dieſer Maſſen entſteht alsdann der thonige Eiſenſpath (Sphäroſiderit), welcher endlich bei höherer Oxydation ſeines Eiſengehaltes zu thonigem Brauneiſenſtein wird (vgl. §. 429 der Min.).

4) Abarten: Je nach der Art ſeines Gefüges unterſcheidet man: eigentlichen Spatheiſenſtein, welcher aus lauter haſelnußgroßen Spathrhomboëdern beſteht; den kryſtalliniſch-körnigen und den dichten Eiſenſpath. Je nach ſeinen fremdartigen Beimengungen aber unterſcheidet man:

a. den thonigen Spatheiſenſtein, eigentlich ein klaſtiſches Geſtein, welches aus einem innigen und gleichmäßigen Gemenge von Thon oder Mergel mit Eiſenſpath beſteht und bei der Löſung mit Säuren einen thonigen Rückſtand giebt;
b. den Eiſenrogenſtein: ein Rogenſtein, deſſen hirſen- bis erbſengroße, bohnen- oder kugelförmige Körner aus Eiſenſpath (— indeſſen nicht ſelten auch aus Eiſenoxyd —) beſtehen und durch ein thoniges oder kalkiges Bindemittel verkittet ſind;
c. den Kohleneiſenſtein (Blackband), welcher aus einem Gemenge von Eiſenſpath mit 12—36 Proc. Steinkohle und Thon beſteht, dickſchiefrig und ſchwarz iſt und in England und Schottland, ebenſo auch bei Bochum 1—12 Fuß mächtige Lager in der Steinkohlenformation bildet.

5) Hauptlagerorte: Da der Eiſenſpathfels in der Regel mit Brauneiſenerz zuſammen vorkommt, ſo ſoll ſein Vorkommen erſt bei der Beſchreibung dieſes letzteren im folgenden Paragraph weiter betrachtet werden.

Hier sei daher nur noch erwähnt, daß seine bedeutendsten Lager und Stöcke in der Grauwackeformation (z. B. bei Eisenerz in Steyermark, bei Müsen im Fürstenthum Siegen und bei Grund und Elbingerode am Harz), in der Steinkohlenformation (— in dieser namentlich der thonige Sphärosiderit z. B. bei Saarbrücken, wo er 25 — 50 Zwischenlager zwischen den einzelnen Schieferthon- und Steinkohlenflötzen bildet), und in der Zechsteinformation (z. B. am Südrande des Thüringer Waldes bei Bad Liebenstein, an der Mommel bei Herges und am Stahlberg bei Kleinschmalkalden) vorkommen.

§. 148. **9. Brauneisenerzfels.**

(Vgl. §. 328 der Mineralogie).

1) Bestandesmasse: Im reinen Zustande aus 85,56 Eisenoxyd und 14,44 Wasser bestehende, aber häufig theils durch chemische Beimischungen von Kieselsäure, kohlensaurem Eisenoxydul und Kalk oder auch phosphorsaurem Eisenoxyd, theils durch mechanische Beimengungen von fein zertheiltem Thon, Sand oder auch Bitumen verunreinigte Gesteinsmasse mit dichtem bis erdigem, seltener faserigem oder schlackigem Gefüge und von ockergelber, röthlicher, grau- oder erdbrauner, äußerlich auch eisenschwarzer Farbe; aber mit stets ockergelbem Ritzpulver. Spec. Gew. = 3 — 4,5; Härte = 4 — 5,5, bisweilen aber auch = 1,5 — 2 und zerreiblich.

Vor dem Löthrohre erhitzt in der äußeren Flamme unter Ausschwitzung von Wasser rothbraun, in der inneren Flamme aber schwarz und magnetisch werdend. — Durch Salz- und noch leichter Salpetersäure mit gelbbrauner Farbe löslich. — Im fast trockenen Zustande, — ähnlich dem Thone, — Wasser und alles, was in demselben gelöst ist, in sich aufsaugend und dann schlammig werdend.

2) Abarten: Je nach seinem Gefüge und seinen Beimengungen unterscheidet man vom Brauneisenerze:

1) dichtes, erdiges und schlackiges Brauneisenerz;

2) thoniges Brauneisenerz oder braunen Thoneisenstein, ein inniges und gleichmäßiges Gemenge von 25 — 80 Proc. Eisenoxydhydrat und 20 — 75 Proc. Thon; theils derbe, dichte bis erdige Massen, theils pulverige Aggregationen, theils kugelige oder eiförmige, verschieden große Knollen mit concentrisch schaliger Absonderung und einem Röthelkerne (Eisennieren), theils auch linsen- oder bohnenförmige Körner (Bohnen- oder Linsenerze), welche oft durch ein eisenschüssiges, thoniges oder kalkiges Bindemittel zu Eisenrogensteinen verbunden erscheinen;

3) sandiges und bituminöses Brauneisenerz oder Limonit, Rasen-, Moor-, Sumpf- und Wiesenerz (Ortstein, Urt, Klump), ein, bald fest zusammenhängende Lagen, bald erdige Aggregate, bald auch schlackig aussehende Knollen bildendes, gewöhnlich erdbraun aussehendes, durch sandige, erdige oder auch humusartige Beimischungen verunreinigtes Eisenerz, welches nach Eigenschaften,

Abarten, Vorkommen und Bildungsweise schon im I. Abschnitte in den §§. 68—71 ausführlich beschrieben worden ist; §. 148.

4) kalkiges Brauneisenerz: ein mit 1—5 Proc. kohlensauren Kalkes untermischtes und darum mit Säuren etwas aufbrausendes Erz, welches gewöhnlich aus der Umwandlung von kalkhaltigem Eisenspath entstanden ist.

3) Entstehungsweise und Hauptlagerorte. Der Brauneisenerzfels, welcher meistens nicht oder doch nur undeutlich geschichtet erscheint, ist theils aus der Oxydation von Eisenspath (§. 147), theils aus der Verwitterung von Eisenoxydul reichen Silicaten, theils aber auch aus der Oxydation von Eisenkiesen und der Zersetzung ihrer Vitriole durch Carbonate der alkalischen Erden und Alkalien entstanden, besitzt dem gemäß gar kein oder nur ein pseudomorph-krystallinisches Gefüge und gehört daher auch wohl mehr zu den klastischen als zu den krystallinischen Gesteinen. Hauptsächlich gilt dieses von allen thon- und sandhaltigen Brauneisenerzen, welche noch dazu gewöhnlich mit anerkannten klastischen Gesteinen, z. B. mit Sandsteinen, Schieferthonen oder auch geradezu mit Erdbodenarten, in Wechsellagerung und sonstigem Verbande stehen; indessen auch der reine Brauneisenerzfels tritt entweder in Gebirgsbuchten und Muldenthälern, in welche ihn Wasserfluthen geschwemmt haben, oder als Verwitterungsdecke von Eisenspathstöcken und dann, wie der Eisenspath selbst, hauptsächlich in der Gesellschaft von Kalksteinablagerungen auf, wie schon bei der Beschreibung des letzteren (§. 147) erwähnt worden ist.

Unter den zahlreichen Brauneisenerzlagerstätten sind hier hauptsächlich folgende hervorzuheben:

1) In Kärnthen am Hüttenberg und in den Steyermärker Alpen bei Eisenerz, wo der über 400 Fuß hohe Eisenerzstock an dem, über der Thalsohle 2600 Fuß hohen, Erzberge die Umwandlung des Eisenspathes in Brauneisenerz vortrefflich wahrnehmen läßt und zwischen Gliedern der Grauwackeformation eingelagert vorkommt, wie beifolgendes — durch die Güte des Herrn Bergverwalters Heigl in Eisenerz erhaltene — Profil näher zeigen wird (Fig. 98).

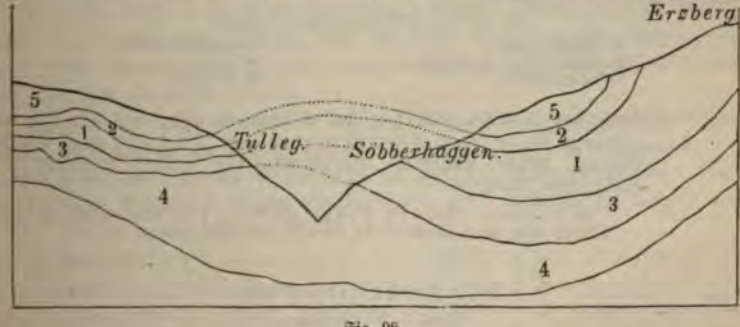


Fig. 98.

Profil des Erzberges.

1) Spatheisenstein mit einer Decke von Brauneisenerz;
2) Kalkbreccie mit Brauneisenerzknollen;
3) Erzführender Kalk;
4) Grauwacke-Schiefer;
5) Werfner Schiefer.

2) Im rheiniſchen Gebirgslande befinden ſich einerſeits im Grauwackegebirge gewaltige Ablagerungen: im Naſſauiſchen z. B. bei Dillenburg und im Fürſtenthum Siegen, in welchem ſich z. B. bei Müſen der merkwürdige Stahlberg erhebt und andererſeits im Steinkohlengebirge von Saarbrücken bedeutende Lagermaſſen, welche im engen Verbande mit thonigem Sphäroſiderit ſtehen.

3) Am Harze zeigt ſich das Brauneiſenerz hauptſächlich in der Nähe des Grauwackekalkes z. B. am Iberg bei Grund, bei Elbingerode und Rübeland u. ſ. w.

4) Am Thüringer Walde treten hauptſächlich zwei Ablagerungsräume hervor: einer am Südoſtrande bei Camsdorf und einer am ſüdlichen Gehänge des nordweſtlichen Gebirgszuges. Dieſer letztere beginnt mit einem Eiſenſpathgange im Granite hinter dem Luſtſchloſſe Altenſtein, ſtreicht hinter dem Bad Liebenſtein, wo er das Material zur daſigen Stahlquelle liefert, weg nach Südweſt zur Mommel und zum gewaltigen Stocke des Stahlberges zwiſchen Brotterode und Seligenthal, ſteht auf dieſem Zuge überall im Verbande mit Eiſenſpath und iſt hauptſächlich deshalb von Intereſſe, weil er einerſeits alle Uebergänge vom Eiſenſpath in Brauneiſenerz und Glaskopf bemerken läßt und andererſeits in eigenthümlichen Lagerungsbeziehungen zum Glimmerſchiefer, Porphyr und Rauhkalk ſteht, wie beifolgendes, vom Herrn Berginſpector Danz zu Herges entworfene Profil zeigt (Fig. 99).

Fig. 99. Profil des Stahlberges.

1) Buntſandſtein.
2) Rauhkalk des Zechſteins.
3) Brauneiſenerz.
4) Glimmerſchiefer.
5) Granit.
6) Porphyr.

5) Auch das Fichtelgebirge, der Böhmerwald, das Sudetengebirge iſt reich an Brauneiſenerz, wie er überhaupt wohl keinem Gebirge, welches Glimmer-, Hornblende- oder Hyperſthengeſteine enthält, fehlen dürfte.

Bemerkung: Ueber die Hauptlagerorte des Limonites iſt ausführlich ſchon im I. Abſchnitte §§. 68—71 geſprochen worden.

§. 149. 10. Rotheiſenerzfels.

(Vgl. §. 324 der Min.).

1) Beſtandesmaſſe: Derbe, dichte und feſte oder erdige und zerreibliche Maſſen, ſeltener ſtrahlig faſerige oder concentriſch ſchalige, kugel-, nieren- oder ſtalaktitenförmige Aggregate, welche äußerlich theils eiſen-

ſchwarz oder ſtahlgrau und halbmetalliſch glänzend, theils blut- oder braun- §. 149.
roth und matt ausſehen, innerlich aber und als Pulver ſtets braunroth ſind und theils mit dem Meſſer, theils erſt mit Glas ritzbar erſcheinen (Härte = 3—5), ſpec. Gew. = 4,5—4,9. — Weſentlich aus Eiſenoxyd beſtehend, indeſſen nur ſelten ganz frei von Beimiſchungen, ſo namentlich von Phosphor- oder Kieſelſäure, von Kalkerde und Magneſia; ja die Kieſelſäure iſt in ſo verſchieden großen Mengen mit dem Eiſenoxyd verbunden, daß vom reinen Rotheiſenerz bis zum Eiſenkieſel und rothen Jaspis eine ununterbrochene Uebergangsreihe verfolgt werden kann. Nächſt dieſen mehr chemiſchen Beimiſchungen ſpielt aber auch der Thon eine große Rolle, indem er in inniger und gleichmäßiger Untermengung mit pulverigem Eiſenoxyd zunächſt den thonigen Rotheiſenſtein oder das rothe Thoneiſenerz, ſodann aber auch bei immer größer werdendem Thongehalt den Eiſenthon und eiſenſchüſſigen Thon darſtellt.

Es iſt indeſſen zu bemerken, daß zunächſt das Brauneiſenerz ſich in ſeiner Farbe ſehr oft dem Rotheiſenerze nähert, ſodann das Rotheiſenerz, wenn es thonhaltig iſt, ebenſo wie das Brauneiſenerz bei Erhitzung z. B. in einer Glasröhre Waſſer ausſchwitzt, dabei aber ſeine Farbe nicht ändert. Außerdem iſt charakteriſtiſch für das Rotheiſenerz, daß es ſich in Salzſäure nur ſehr langſam und wenig löſt.

2) Abarten: Je nach ſeinem Gefüge und ſeinen Beimengungen unterſcheidet man vom Rotheiſenerzfels:

1) das faſerige Rotheiſenerz, welches in kugeligen, nierenförmigen oder ſtalaktitiſchen Aggregaten mit ſtrahlig faſerigem Gefüge hauptſächlich auf Gängen und Lagern im Gebiete der Urſchiefer, der Grauwacke und des Rothliegenden z. B. im Erzgebirge (bei Eibenſtock und Schwarzenberg), am Harze (bei Zorge, Lauterberg und Andreasberg), in Weſtphalen bei Brilon, im Schwarzwalde bei Eiſenbach u. ſ. w. auftritt;
2) das dichte Rotheiſenerz: Derbe, dichte, äußerlich theils ſtahlgrau, theils braunroth gefärbte Maſſe, welche ſelten ganz frei von Kieſelſäure iſt;
3) das kieſelige Rotheiſenerz: Derbe, dichte, von Kieſelſäure ſo durchdrungene Maſſe, daß ſie Glas ritzt und am Stahle mehr oder weniger ſtark funkt; den Uebergang zum Eiſenkieſel und rothen Jaspis bildend;
4) das kalkige Rotheiſenerz: Mehr oder weniger kohlenſauren Kalk enthaltend und darum mit Salzſäure etwas aufbrauſend;
5) das thonige Rotheiſenerz (Röthel): Dichte, mürbe oder erdige, beim Anhauchen thonig riechende und beim Erhitzen gewöhnlich auch Waſſer ausſchwitzende Maſſe;
6) den rothen Eiſenrogenſtein: Hirſekorngroße, rothbraune Eiſenoxydkörner, welche durch ein thoniges, kalkiges oder mergeliges Bindemittel zuſammengekittet erſcheinen. Schichtmaſſen zwiſchen den Gliedern der Muſchelkalk- und Juraformation bildend (z. B. bei Harzburg, bei Helmſtädt im Braunſchweigſchen und bei Aalen in Würtemberg).

3) Hauptlagerorte: Schichtmaſſen, Lager und Stöcke oft von bedeutender Mächtigkeit in verſchiedenen Formationen bildend; die reineren oder kieſeligen Rotheiſenerze vorzüglich im Gebiete der Urſchiefer (z. B. im Glimmerſchiefer bei Ruhla) und der Grauwackeformation, die unreinen, kalkigen oder thonigen Rotheiſenerze aber namentlich im Gebiete der meſozoiſchen Formationen und in dieſen hauptſächlich zwiſchen den Schieferthon- und Sandſtein-Ablagerungen auftretend.

§. 150. **11. Magneteiſenerzfels.**

(Vgl. §. 320 der Min.).

1) Beſtandesmaſſe: Derbe, aus 31 (oder 25,2) Eiſenoxydul und 69 (74,8) Eiſenoxyd — alſo im Allgemeinen aus Eiſenoxyduloxyd — beſtehende Maſſen mit kryſtalliniſch körnigem bis dichtem Gefüge und von eiſenſchwarzer Farbe und geringem metalliſchen Glanze; im Ritze aber mattſchwarz. Vom Meſſer und Glas nicht ritzbar, überhaupt H. = 5,5—6,5; das ſpec. Gew. = 4,9—5,2.

Stark magnetiſch, zumal an angeroſteten Maſſen. — Bei der Behandlung mit kalter Salzſäure eine gelbgrüne, mit Ammoniak einen ſchmutzig grünlichweißen Niederſchlag erzeugende, Löſung gebend und außerdem einen braunen, in heißer Salzſäure löslichen und mit Ammoniak einen braunen Niederſchlag gebenden Rückſtand laſſend.

2) Hauptlagerorte: Vorherrſchend im Gebiete der Urſchiefer, vorzüglich des Gneißes und Glimmerſchiefers, weit ausgedehnte und mächtige Stöcke und Lagermaſſen bildend, welche an Menge, Größe und Mächtigkeit umſomehr zunehmen, je mehr man ſich der Polarzone nähert. In Europa treten die mächtigſten dieſer Ablagerungen in Norwegen und Schweden (— ſo bei Norberg in Weſtmanland, am Grengesberg bei Dalarne, am Taberg in Schmäland und namentlich bei Dannemora); in Lappland (der 800 Fuß dicke und 8000 Fuß lange Kirunavara, der 10,000 Fuß breite und 16,000 Fuß lange Magneteiſenſtock am Gellivara u. ſ. w.); am Ural unter anderen der mächtige 300 Lachter lange, 250 Lachter breite und 41 Lachter mächtige Wiſſokaja Gora bei Niſchne Tagilsk und der Blagodat bei Kuſchwinsk; in Nordamerika namentlich in der Umgebung des Lake Superior auf. Gegen dieſe nordiſchen Rieſenſtöcke des Magneteiſenerzes ſind die in Deutſchland am Harz, Thüringer Wald, in Sachſen, Schleſien, Böhmen, Mähren u. ſ. w. auftretenden Magneteiſenlager nur unbedeutend.

4. Gruppe: Silicate oder Kieſelgeſteine.

Charakter: Die hierher gehörigen Felsarten beſtehen vorherrſchend entweder aus kieſelſaurer Magneſia oder aus einer feldſpathähnlichen Verbindung von kieſelſaurer Thonerde mit kieſelſauren Alkalien. Man kann daher von ihnen 2 Sippen unterſcheiden, nemlich

1. Sippe: Magneſite, in deren Beſtande Magneſiaſilicat vorherrſcht. Sie ſind vorherrſchend grau- bis ſchwarzgrün

gefärbte Geſteine, welche ſich theils vom Meſſer, theils vom Fingernagel ritzen laſſen, alſo H. = 2 -- 4,5.

2. Sippe: Hyalolithe, d. i. glasähnliche Geſteine, in deren Beſtand kieſelſaure Thonerde vorherrſcht. Sie ſind grau, braun bis ſchwarz, ſehen nicht ſelten verglaſt aus und ſind ſo hart oder noch härter als Glas, alſo H. = 5,5 — 7.

1. Sippe: Magneſite.

12. Serpentinfels. §. 151.

(Vgl. §. 677 der Min.).

(Vom latein.: Serpens, Schlange, weil er früher für ein gutes Mittel gegen Schlangenbiß und andere bösartige Krankheiten gehalten wurde).

1) Beſtandesmaſſe: Derbe, vorherrſchend aus 44,28 Kieſelſäure, 42,86 Magneſia und 12,86 Waſſer beſtehende, in der Regel aber auch einige Procente (bis 10 Proc.) Eiſenoxydul beigemengt enthaltende, Geſteinsmaſſe mit dichtem oder undeutlich körnigem oder faſerigem Gefüge und von ſtets unrein grau-, gelb- bis ſchwarzgrüner, ſeltner röthlicher, Färbung, dabei oft gefleckt und geadert.

Milde und vom Meſſer ritz- und ſchneidbar, alſo H. = 3 — 4; ſpec. Gew. = 2,5 -- 2,7. — Im Glaskölbchen ſich ſchwärzend und Waſſer ausſchwitzend; vor dem Löthrohr ſich weiß brennend. In Schwefelſäure vollkommen zerſetzbar und Bitterſalz bildend. — Durch dieſes Alles von anderen, ihm ähnlichen, Felsarten, namentlich vom Hornblendefels, unterſcheidbar.

2) Als unweſentliche Beimengungen der Serpentinmaſſe ſind namentlich anzuführen: Pyrop (z. B. bei Zöblitz in Sachſen), Magneteiſenerz (im Zillerthal und in den Vogeſen), Chromeiſenerz, Bronzit, Diallag, Enſtatit, Schillerſpath, Bitterſpath, Arſenikkies, Eiſenkies, Kupferkies und Kupfer; außerdem auf Adern und in Klüften: Chryſotil und Asbeſt.

3) Uebergänge und Umwandlung. — Der Serpentin iſt in den meiſten Fällen ein Umwandlungsproduct oder vielmehr das letzte, nicht weiter auslaugbare, Zerſetzungsproduct von verſchiedenen Magneſiaſilicaten, ſo namentlich vom Olivin, Pyrop, Aktinolith, Enſtatit, Diallag und Augit, woher es auch kommt, daß einerſeits diejenigen Felsarten, in denen eins dieſer letztgenannten Mineralien einen Hauptgemengtheil bildet, ſo oft Uebergänge in Serpentin zeigen, und andererſeits der Serpentin ſelbſt nicht ſelten Pſeudomorphoſen nach den Kryſtallen dieſer ſeiner Muttermineralien bildet. —

Was nun die Umwandlung des Serpentins ſelbſt betrifft, ſo iſt zu bemerken, daß die Maſſe deſſelben den Angriffen der Atmoſphärilien um ſo mehr widerſteht, je weniger dieſe letzteren an ihr haften können. Darin liegt der Grund, warum die Serpentinfelſen äußerlich faſt gar keine Verwitterungsrinde und nur dann eine lederbraune oder röthliche Färbung zeigen, wenn ſie viel Eiſenoxydul enthalten. Auf ſeinen Klüften dagegen, in denen das atmoſphäriſche Waſſer mit Sauerſtoff und Kohlenſäure lange Zeit mit der Serpentinmaſſe in Berührung bleiben und in Folge davon

nachhaltiger einwirken kann, zeigt ſich der Serpentin verblichen, mürbe und nicht ſelten mit Druſen von Quarzkryſtallen, Bitter- und Eiſenſpath, — lauter Zerſetzungsproducten der Serpentinmaſſe, -- bedeckt. Enthält außerdem eine Serpentinmaſſe viel Eiſenkieſe, ſo geben dieſe unter dem Einfluß des Waſſers und Sauerſtoffes Eiſenvitriol, welcher dann weiter durch ſeine Schwefelſäure die Magneſia des Serpentins in Bitterſalz umwandelt und ſo Veranlaſſung zur Bildung von Bitterſalzquellen giebt.

4) Ablagerungsart und Hauptlagerorte. — In der Regel bildet der Serpentin maſſige, unregelmäßig zerklüftete, Felsſtöcke; bisweilen jedoch bildet er auch plattenförmig abgeſonderte Lagermaſſen, welche faſt wie geſchichtet ausſehen. Dieſes Letztere iſt namentlich da der Fall, wo er zwiſchen Gneiß, Glimmer-, Chlorit- und Talkſchiefer lagert.

„Der Serpentin bildet zwar nur in dem, aus Enſtatit und Serpentin gemengten, Serpentinfels des Harzes einen weſentlichen Gemengtheil, aber für ſich allein ſetzt er bedeutende Stöcke und Lagermaſſen in den verſchiedenſten Formationen der Erdrinde zuſammen, am meiſten jedoch im Gebiete der Talk- und Chlorit reichen Felsarten, der Hornblendegeſteine, des Gabbro, Enſtatitfelſes, Eklogites, Hyperitenfelſes, Olivinfelſes, Diabaſes, alſo mit einem Worte der Magneſiaſilicat haltigen Felsarten und außerdem des körnig-kryſtalliniſchen Kalkſteines. Unter ſeinen Lagerſtöcken ſind nun namentlich hervorzuheben:

im Gebiete des Gneißes der an Chromeiſenerz und Arſenkies reiche und viel Chryſopras haltige Serpentinſtock des Zobten- und Frankenſteiner Gebirges in Schleſien;

im Gebiete des Glimmerſchiefers die mächtigen Serpentinlager am Monte Roſa und Matterhorn in den Walliſer Alpen;

im Gebiete des Chlorit- und Talkſchiefers die granatreichen Serpentinlager bei Miask am Ural und am Greiner im Zillerthale;

im Gebiete des Granulites die zahlreichen (24), an Granat, Strahlſtein, Chlorit u. ſ. w. reichen Serpentinlager Sachſens;

im Gebiete des Thonſchiefers die Serpentinſtöcke des Brennkogels in den Salzburger Alpen, in den Engadiner Alpen, im Fichtelgebirge, in Schleſien bei Schweidnitz, in Cornwall;

in der Albereſe- und Macigneformation Italiens, wo er zahlreiche Stöcke zwiſchen den Schiefern und Kalkſteinen bildet.

§. 152. 12a. Dunitfels nach Hochſtetter oder Olivinfels.

1 Beſtand: Eine körnig-kryſtalliniſche, lichtgelblichgraue bis graugrüne, auf dem friſchen Bruche fettig bis glasglänzende Felsmaſſe, welche aus Olivin beſteht.

Das ſpec. Gew. = 3,295. — Vom Feldſpath, aber nicht vom Glas ritzbar. Vor dem Löthrohre unſchmelzbar. In Salzſäure faſt vollſtändig zerſetzbar.

2 Unter den unweſentlichen Gemengtheilen des Dunites treten hauptſächlich nadelkopfgroße, ſchwarze, oktaëdriſche Körner von Chromeiſenerz hervor.

3 Hauptlagerorte: Nach von Hochſtetter, welcher dieſes Gebirge zuerſt im Jahre 1859 entdeckte, bildet daſſelbe auf Neuſeeland, in

engſter Verbindung mit Serpentin ſtehend, die gewaltige Bergmaſſe des 4000 Fuß hohen Dun Mountain ſüdöſtlich von Nelſon.

13. Chloritſchiefer. §. 153.

(Vgl. §. 655 der Min.).

1) Beſtand: Schuppigſchiefrige, bisweilen auch dickſchiefrige und in dünne Lamellen theilbare, unrein lauch- bis ſchwärzlichgrüne, im Ritze grünlichgraue und fettig anzufühlende, weiche (d. h. vom Fingernagel ritzbare) Chloritmaſſe, welcher indeſſen nicht ſelten Quarz- und Feldſpathkörner oder auch Glimmer- und Talkſchuppen beigemengt ſind.

1) Er beſteht aus einer Verbindung von Kieſelſäure (24,6—25,5), Thonerde (20,1—22), Eiſenoxydul (15—28,6), Magneſia (15,19—25) und Waſſer (10—12), ſchwitzt im Kölbchen erhitzt Waſſer aus und wird durch heiße concentrirte Schwefelſäure zerſetzt.

2) Von dem ihm bisweilen ähnlichen Glimmer unterſcheidet er ſich namentlich durch ſeine geringere Härte und ſein fettiges Anfühlen; vom Talke aber durch größere Härte und ſeine Zerſetzbarkeit in Schwefelſäure.

2) In der Maſſe des Chloritſchiefer zeigen ſich oft vielerlei unweſentliche Gemengtheile, ſo namentlich Magneteiſenerzkryſtalle (z. B. in den Zillerthaler und Rauriſer Alpen), Bitterſpathkryſtalle (z. B. am Grainer im Zillerthal), Granat (oft z. B. bei Böhmiſch-Neuſtadt), Turmalin (in den Habacher Alpen), Diopſid (in den Salzburger Alpen), Glimmer, Talk und Titanit oder Rutil (bei Diſſentis am St. Gotthard).

3) Der meiſt ſehr deutlich geſchichtete oder geſchieferte Chloritſchiefer ſteht gewöhnlich in Wechſellagerung mit Gneiß, Glimmer-, Talk- und Thonſchiefer oder auch mit Serpentin.

4) Hauptlagerorte. Am maſſigſten entwickelt zeigt ſich der Chloritſchiefer:

im Gneiße bei Göthaborg in Skandinavien,
im Glimmerſchiefer der Alpen, ſo am Monte Roſa und am Grainer, in Kärnthen am Großglockner,
im Thonſchiefergebiete von Graubünden, bei Chiavenna im Veltlin, am Ural u. ſ. w.

14. Talkſchiefer. §. 154.

(Vgl. §. 660 der Mineralogie).

1) Beſtand: Eine aus blättrigem oder ſchuppigem Talk beſtehende, oft aber auch etwas Quarz oder Feldſpath beſitzende, grau- oder grünlichweiße, ſehr weiche, ſich ſehr fettig anfühlende, Schiefermaſſe, welche aus 30,92 Magneſia und 69,08 Kieſelſäure beſteht.

Vor dem Löthrohr ſtark leuchtend, dann ſich blätternd, aber zuletzt ſehr hart werdend. In Säuren unzerſetzbar.

2) In ſeiner Maſſe erſcheinen nicht ſelten eingewachſen Glimmerblättchen, Feldſpathkörner, Granat, Staurolith, Turmalin, Strahlſtein, Asbeſt und Magneteiſenerz; außerdem auch Apatitkryſtalle, Epidot und Bitterſpath (z. B. im Zillerthal).

3) Eine Abart vom Talk ist der, häufig mit Chlorit, Asbest oder Chlorit untermengte, filzig schuppige, undeutlich schiefrige, schneid- und drehbare Topf- oder Lapezstein, welcher bedeutende Lager im Glimmer- und Thonschiefer der Engadiner Alpen, z. B. am Schafberg bei Pontresina, und auch bei Chiavenna bildet.

4) Die Hauptlagerstätten des Talkschiefers befinden sich im Gebiete des Gneißes, Glimmer- und Urthonschiefers. Massig entwickelt erscheint er z. B.

in den Alpen von Wallis und Tessin, am Monte Rosa, Montblanc und St. Bernhard; in den Kärnthner Alpen am Großglockner; in den Zitterthaler Alpen am Grainer; bei Wunsiedel am Fichtelgebirge; — am Ural bei Slatouft, bei Miask und nördlich von Katharinenburg und Nischnetagilsk; in Italien am Apennin (Berge der Bocchetta); auf Sardinien und Corsika; — in Nordamerika vorzüglich in Massachusetts und Rhode-Island; — in Südamerika in Brasilien, wo er in dem ganzen Landstriche von Boa-Vista bis Chiqueiro die eigentliche Lagerstätte des Topases bildet.

§. 155. 15. Hornblende- oder Amphibolitfels.

(Vgl. §. 602 der Mineralogie).

1) Bestand: Schwarz-, lauch- oder grasgrüne oder auch schwarze, körnige oder parallel- bis verworren faserige, häufig auch dickschiefrige Felsmasse, welche theils aus schwarzgrünen Hornblendekörnern, theils aus lauchgrünen Aktinolithstengeln oder Fasern besteht.

Aeußerlich manchem Serpentin ähnlich, aber von ihm durch größeres spec. Gew. (= 2,9—3,4), höhere Härte (= 4,5—5,5, also nicht vom Messer und Glas ritzbar), Sprödigkeit und Unlöslichkeit in Säuren unterschieden.

2) Als unwesentliche Gemengtheile zeigen sich in seiner Masse eingewachsen Albit, Quarz, Magnesiaglimmer, gelbgrüner Pistazit, Eisen- und Magnetkies, auch Magneteisenerz.

3) Je nach der Art seines Gefüges und der ihn zusammensetzenden Hornblende unterscheidet man von ihm folgende Abarten:

1) Körnigen Hornblendefels: grob- bis feinkörnig; ungeschichtet; oft braune Granaten, Magnesiaglimmer enthaltend. Bei Hof im Fichtelgebirge; bei Weidenthal am Melibocus im Odenwalde; massig in den Pyrenäen, in denen er ebenso wie bei Arendal in Skandinavien von Epidotlagen durchzogen erscheint und fälschlich für Ophit gehalten wird.
2) Hornblendeschiefer: Ein, aus kurzstengeligen oder faserigen Hornblende-Individuen zusammengesetztes, unvollkommen dickschiefriges, deutlich geschichtetes Gestein, welches oft durch gelbgrüne Epidotlagen parallel der Schieferung durchzogen wird und außerdem nicht selten Oligoklaskörner enthält, wodurch ein Uebergang des Gesteines in Diorit herbeigeführt wird, z. B. bei Ruhla und Ilmenau am Thüringer Walde.
3) Aktinolith- oder Strahlsteinschiefer: Ein dickschiefriges, aus lauch- bis grasgrünen, faserigen oder stengeligen Aktinolith-Indivi-

duen gebildetes, meist deutlich geschichtetes Gestein. — In den Alpen Savoyens, Engadins und Südtyrols; am südlichen Abhange des Erzgebirges bei Oberwiesenthal; in Schottland und Massachusetts.

4) Hauptlagerorte: Vorherrschend im Gebiete des Gneißes, Glimmer-, Chlorit- und Urthonschiefers, theils mit diesen Felsarten wechsellagernd, theils untergeordnete Lager und Stöcke in denselben bildend.

a. Im Gneißgebiete tritt der Hornblendeschiefer oft sehr mächtig auf, so namentlich in Rosshire, wo er am Ben-Lair eine 3000 Fuß hohe Felsmasse bildet; in Massachusetts bei Grafton und in Connecticut bei Stafford. — In Böhmen bei Petersdorf im Königsgrätzer Kreise; am Malnitzer Tauern in den Salzburger Alpen; am Erzgebirge bei Oberwiesenthal.

b. Im Glimmerschiefer in Schlesien an mehreren Orten; am Thüringer Walde bei Ruhla.

c. Im Urthonschiefer im Glatzer Gebirge; im Fichtelgebirge in der Umgebung von Goldkronach bis Berneck, bei Hof u. s. w.

16. Augitfels oder Pyroxenit. §. 156.

(Vgl. §. 609 der Min.).

Dieses, früher für Lherzolith gehaltene, körnige bis dichte, vorherrschend aus öl- bis smaragdgrünen oder auch braunen Augitkörnern bestehende, Gestein, welches dem Serpentinfelse oft sehr ähnlich, aber härter, spröder und in Säuren unlöslich ist, bildet größere und kleinere Lager, theils in den Laurentian-Kalksteinen bei Chatham in Canada, theils im Glimmerschiefer bei Williamsburg und Chester in Massachusetts.

Anhang:

1) Bei Rochlitz am Riesengebirge bildet ein weißes, feinkörniges bis dichtes, zur Asbestbildung geneigtes, aus Malakolith oder Sahlit (vgl. §. 609, S. 719 der Min.) bestehendes Gestein, welches Reuß Malakolithfels genannt hat, bis 8 Fuß mächtige Bänke im körnigen Kalksteine.

2) Auf der Insel Elba, bei Blansko in Mähren und in den Shickshock-Bergen in Canada kommen theils in der Gesellschaft von Granit (Elba), theils mit Syenit (Mähren), theils in Chloritschiefern (Canada) bedeutende Ablagerungen eines körnigen, ölgrünen, vorherrschend aus Epidot bestehenden, oft aber auch etwas Quarz enthaltenden, Gesteines vor, welches man Epidosit oder Pistazitfels genannt hat.

2. Sippe: Hyalolithe (Glasgesteine).

Erklärung: Wie schon im §. 536 der Mineralogie angegeben worden ist, so sind die hierher gehörigen Gesteine theils als die Producte eines allzu rasch erstarrten Lavaschmelzes, theils als verglaste oder umgeschmolzene Felsit- oder Trachytmasse, theils vielleicht auch als Umwandlungsproducte von Felsit- und Trachytporphyren zu betrachten. Dieser ihrer Abstammung gemäß sind sie daher, — wie auch die mikroskopische Untersuchung ihrer Arten bewiesen hat, — eigentlich zu den gemengten Felsarten, und zwar zur Gruppe der feldspathreichen, zu rechnen und werden hier an dieser Stelle nur deshalb beschrieben, weil derjenige, welcher sie nicht mikroskopisch untersuchen und nur den äußeren Habitus, sowie die physischen Eigenschaften derselben als Bestimmungsmittel anwenden kann, sie jederzeit für einfache Felsarten halten wird.

Vorherrſchend ſind ſie ſchlackig oder glaſig ausſehende, mit muſcheligem Bruche verſehene, perlgrau, oliven- bis ſchwarzgrüne oder auch ganz ſchwarz oder braunroth gefärbte, ſehr kieſelſäurereiche, Geſteine, welche eine Härte = 5,5—7 (ſelten 4—5) und ein ſpec. Gewicht = 2,1 — 2,6 beſitzen.

§. 157. **17. Obſidian.**

(Vgl. §. 542 der Mineralogie).

1) Beſtandesmaſſe: Derbe, glasartige, — bald dichte, bald blaſige oder ſchlackige, — ſammetſchwarze, ſchwarzgrüne oder auch bräunliche, ſtark glasglänzende, Maſſe mit vollkommen muſcheligem, ſcharfkantigem Bruche. — Härte = 6 — 7; ſpec. Gew. = 2,41 — 2,57.

1) Im Allgemeinen beſteht der Obſidian aus 60 — 80 Proc. Kieſelſäure, 6 — 19 Proc. Thonerde, 2 — 10 Proc. Eiſenoxyd, 3 — 8 Proc. Natron und Kali. Da man nun unter ſeinen Einſchlüſſen namentlich Oligoklas ſanidinkryſtalle beobachtet (z. B. bei Dülln unweit Schemnitz und am Hekla), ſo iſt anzunehmen, daß er hauptſächlich aus Oligoklas-Trachytſchmelz entſtanden iſt und noch fortwährend entſteht, zumal da er auch wirkliche Uebergänge in trachytiſche Laven wahrnehmen läßt.

2) Unter dem Mikroſkope zeigt ſich der Obſidian als ein wahres Glas, welches theils von zahlreichen, runden Dampfporen, theils von mannichfach gewundenen Strömen mikroſkopiſch kleiner, bald ſchwarzer nadelförmiger, bald farbloſer, geſchlängelter und haarförmiger Kryſtall-Embryonen (ſogenannter Beloniten und Trichiten) durchzogen iſt.

2) Je nach der Art ſeines Gefüges unterſcheidet man vom Obſidian: reinen, welcher die Natur des Glaſes am vollſtändigſten zeigt; porphyrartigen, in deſſen Maſſe Körner und Kryſtalle von weißem Sanidin liegen; ſphärolithiſchen, in deſſen Maſſe ſtrahligfaſerige, perlgraue oder gelbliche Sphärolithkügelchen liegen; blaſigen oder ſchaumigen Obſidian mit mehr oder minder zahlreichen, größeren und kleineren, parallel ziehenden Blaſen.

3) Da, wo die Ablagerungen mächtig entwickelt ſind, bemerkt man, daß die Obſidianmaſſen nach ihrer Oberfläche hin oft durch Zunahme von Blaſen in Bimsſtein und nach ihrer Tiefe hin in Perlite und auch in kryſtalliniſch körnige und porphyriſche Trachyte übergehen.

4) Hauptablagerungsorte: Die Heimath der Obſidiane iſt in der Umgebung trachytiſcher Vulcanengebiete zu ſuchen. In dieſer bildet er Ströme und gefloſſene Ablagerungen (— in der Schlucht von Bois-Grand am Cantalon im Cantal ſogar Gänge —), welche gewöhnlich eine Decke von Bimsſteinen haben oder — wie in Mexico — zwiſchen ſphärolithiſchem Trachytporphyr liegen. — Die wichtigſten ſeiner Ablagerungsorte ſind:

Ungarn (Eperies, Liszka, bei Schemnitz, Tokay und Telkebanya);
Inſel Lipari (Monte Guardia; Volcano, wo er einen Raum von 3 Meilen ausfüllt, namentlich am Berg Della Caſtagna);
Sicilien (Palagonia); Inſel Milo und Santorin;
Georgien (bei Goda im Süden Teflis);

Island (namentlich am Fuße der Krafla unweit des Mývatn in Island einen merkwürdigen Strom, den ſogen. Hrafntinnuhryggr, bildend); — Sibirien (Ochotzk im Marekaniſchen Gebirge);
Teneriffa (Pic de Teyde); Ascenſion; Guadeloupe;
Mexico (namentlich am Cerro des las Nabajas);
Quito (am Cerro del Quinche);
Java und Nord-Neuſeeland.

18. Bimsſtein. §. 158.

(Vgl. §. 542 der Min.). (Pumit, Trachyt filamenteuse).

1) Beſtandesmaſſe: Porös-glaſige, ſchwammig- oder ſchaumig-blaſige Geſteinsmaſſe, welche aus lauter bald parallellaufenden, bald durcheinander verfilzten Glasfaſern und Glaslamellen beſteht und vorherrſchend graulich-, grünlich- und gelblichweiß, ſeltner ſchwärzlich iſt, dabei in den meiſten Fällen einen glas- oder ſeidenartigen Glanz hat.

1) Von Säuren nicht angreifbar. Vor dem Löthrohre bald ſehr ſchwer, bald leichter zu blaſigem Glaſe oder weißem Email ſchmelzend.

2) Der Bimsſtein verdankt höchſt wahrſcheinlich ſeine Entſtehung heißen Gaſen und Dämpfen, welche bei ihrer Entweichung die von ihnen durchdrungene und noch im Schmelz befindliche Lava, ſei ſie nun trachytiſch, perlitiſch oder obſidianiſch, in ganz ähnlicher Weiſe zu Blaſen und Fäden auszog, wie es die aus einer geſchmolzenen Glasmaſſe entweichenden Dämpfe thun.

2) Nach Abich kann man zweierlei Bimsſteine unterſcheiden,

1) den ſchaumigen rundblaſigen Bimsſtein, welcher ſchmutziggrau iſt und weniger Kieſelſäure enthält, als der Sanidin und im Mittel 61,50 Kieſelſäure, dabei ein ſpec. Gew. = 2,411 beſitzt;

2) den langfaſerig-haarförmigen Bimsſtein, welcher weiß und ſeidenglänzend iſt und mehr Kieſelſäure, im Mittel 71,88 enthält und dabei ein ſpec. Gew. = 2,371 hat.

Die erſte dieſer beiden Arten hat ziemlich dieſelbe Zuſammenſetzung wie die Trachyte mit kieſelſäurearmem Feldſpath (Andeſite); die zweite der genannten Bimsſtein-Arten aber gleicht in ihrer Zuſammenſetzung den Trachyten mit Quarz und kieſelſäurereichem Feldſpath.

Zirkel theilt nach Beudant die Bimsſteine ein:

1) in Obſidianbimsſtein, welcher vollkommen glaſig und rein iſt und namentlich in Island und auf den liparíſchen Inſeln weit verbreitet iſt;

2) in Perlitbimsſtein, welcher ſehr faſerig und voll langgeſtreckter, paralleler Poren iſt, dabei aber immer die Perlittextur wahrnehmen läßt. Sehr häufig in Ungarn;

3) in Trachytbimsſtein, welcher grobfaſerig, filzig, matt iſt und nicht ſelten durch ausgeſchiedene Sanidinkryſtalle ein porphyriſches Gefüge zeigt.

3) Hauptlagerorte: Der Bimsſtein bildet theils bindungsloſe Zuſammenhäufungen in der Geſtalt von vulcaniſchen Bomben, Lapillis und Sand, theils Schlackenſtröme oft von bedeutender Ausdehnung in der näheren Umgebung noch thätiger oder auch ſchon längſt erloſchener Vulcane. So findet er ſich:

a. in der Rheingegend zwiſchen Andernach, Mayen, Baſſenheim und Benndorf auf einem Flächenraum von 2 bis 3 Quadratmeilen;

3) Hauptlagerorte: Wie ihrer Maſſe nach, ſo ſind die Pechſteine auch ihren Ablagerungsgebieten nach verſchieden:

1) Der Felſitpechſtein bildet mächtige Gänge und Decken im Gebiete der Steinkohlen, des unteren Rothliegenden und vor allen des Felſitporphyrs. So bildet er im Meißner Porphyrgebiete Sachſens nicht nur mächtige Gänge im Porphyre ſelbſt, ſondern auch horizontal ausgebreitete Decken (z. B. bei den Dörfern Ober-Garſebach und Ober-Semmelberg), welche mit einem grünlichweißen, porphyrähnlichen Thonſteine („Pechthonſtein") in enger Verbindung ſtehen. Bei dem Buſchbade am linken Gehänge des Triebiſchthales ragt er als mächtiger Gang aus dem Gotterſtein hervor. — Im Tharander Walde unweit Spechthauſen, in Mohorn zwiſchen Freiberg und Dresden, ſowie bei Rottluſt unweit Chemnitz bildet er ebenfalls mächtige Gänge im Porphyr; und bei Neudörfel unweit Zwickau lagert er nach v. Gutbier zwiſchen Schichten des Rothliegenden. — Auf der ſchottiſchen Inſel Arran bildet er mächtige Gänge nicht nur im Granit (z. B. am Bein-nooſh und Bein-na-livan), ſondern auch im rothen Sandſtein (z. B. am ſüdlichen Ende von Roſſi-Binian);
2) der Trachytpechſtein bildet dagegen Gänge im Gebiete der jüngeren vulcaniſchen Geſteine, ſo namentlich der Trachyte, z. B. auf Island (— am Baulaberg, bei Huſafell und Hamarsfjord); im Cantal; auf Sardinien und San-Pietro; und auf der Nordinſel von Neuſeeland.

5. Gruppe: Kieſelfelsarten.

Charakter: Weiße, graue, rauchbraune bis ſchwarze Geſteine, welche mit dem Feuerſteine gleiche oder faſt gleiche Härte (H. = 7) haben, am Stahle (oder auch gegen einander gerieben) ſtark funken oder blitzen, dabei einen brenzlichen Geruch entwickeln und vorherrſchend aus erſtarrter Kieſelſäure beſtehen.

Bildungsweiſe der Kieſelfelsarten: Wenn ſich Silicate haltige Felsarten unter dem Einfluſſe von quell- oder torfſaurer Ammoniaklöſung oder auch von Kohlenſäure haltigem Waſſer zerſetzen, ſo wird die bei dieſem Proceſſe frei werdende Kieſelſäure durch die eben genannten Zerſetzungsagentien aufgelöſt. Gelangt nun die Kieſelſäurelöſung in Spalten und Schichtklüfte von anderen Felsarten, ſo ſetzt ſie ſich bei der Verdunſtung ihres Löſungswaſſers theils rein (als Quarzfels), theils verunreinigt durch kohlige oder thonige Schlammtheile, welche ihre Löſung auf ihrem Zuge durch die Erdrinde in ſich aufnahm, als Gang- oder Lagermaſſe (als Lydit) wieder ab. — Wenn nun aber ſolche Kieſelſäurelöſungen in torfige oder ſchlammige Waſſerbecken gerathen, in denen Algen oder Diatomeen leben, ſo ſaugen dieſe Gewächſe die Kieſelſäure in ihrer Verbindung mit kohlenſaurem Ammoniak in ſich auf, verwenden dann das eben genannte alkaliſche Salz zu ihrer Ernährung und ſcheiden dabei die Kieſelſäure als gelatinöſe Maſſe aus. Dieſe gallertartige Kieſelſäure nun iſt es, welche einerſeits den Kieſelpanzer der oben genannten mikroſkopiſchen Pflänzchen und andererſeits das Bildungsmaterial der Flintknollen abgiebt. Es hat demnach die Flintbildung in ihrer Entſtehungsweiſe viel ähnliches mit der Erzeugung mancher Raſeneiſenerze (vgl. in der Min. §. 68—71).

§. 161.

21. Quarzfels oder Quarzit.

(Vgl. §§. 495 und 496 der Min).

1) Beſtand: Körnige bis dichte, bisweilen ſandſteinähnliche, im Bruche grobſplitterige, weiße bis graue, durch beigemengtes Eiſenoxyd auch wohl

röthliche, Quarzmaſſe, welche häufig von Lagen ſilberweißen Glimmers ſo durchzogen iſt, daß ſie faſt ſchieferartig wird, oder auch Feldſpathkryſtallkörner eingewachſen zeigt, ſo daß ſie porphyrartig erſcheint. §. 161.

2) Abarten: Durch Verſchiedenheit des Gefüges entſteht:

1) der körnig-kryſtalliniſche Quarzit, deſſen Körner bald mehr rundlich erſcheinen, ſo daß ihre zuſammenhängende Maſſe einem bindemittelloſen Sandſteine gleicht, bald vollſtändig ausgebildete Kryſtalle bilden (z. B. bei Reichenbach im Odenwalde);
2) der dichte Quarzit, deſſen ſehr kleine Körner unter dem Mikroſkope vollſtändig kryſtalliſch ausgebildet erſcheinen;
3) der porphyrartige Quarzit, in deſſen Maſſe kryſtalliniſche Feldſpathkörner eingewachſen ſind (häufig in Schottland und auch in Norwegen, z. B. bei Chriſtiania);
4) der ſchiefrige Quarzit oder Quarzſchiefer, eine ſehr feinkörnige bis dichte Quarzmaſſe, welche ſich mehr oder weniger leicht in vollkommene Schieferplatten ſpalten läßt, — eine Erſcheinung, welche namentlich durch lagenweiſe vertheilte, ſilberweiße oder meſſinggelbe, zarte Glimmerlamellen hervorgebracht wird und Uebergänge des Quarzites in quarzreichen Glimmerſchiefer herbeiführt.

3) Außer Feldſpath und Glimmer, welche, wenn ſie in großer Menge zugleich im Quarzfels auftreten, Uebergänge deſſelben in Gneiß hervorrufen, zeigen ſich in dieſer Felsart noch als unweſentliche Beimengungen Piſtazit (oft in großer Menge), Hornblende, Cyanit, Granat, Turmalin, welcher Uebergänge in Turmalinſchiefer hervorbringt, Rutil, Eiſenkies, Magneteiſenerz, Gold, Zinnerz, Schwefel (bei Ticſan zwiſchen Quito und Cuenca) u. ſ. w.

4) Schichtung und Abſonderung: Nur der zur Schieferung geneigte Quarzfels zeigt ſich deutlich geſchichtet; außerdem aber zeigen ſich die Quarzfelsabarten nach allen Richtungen hin zerklüftet und nicht ſelten auch in keil- und ſtengelförmige Maſſen abgeſondert.

5) Hauptlagerorte: Der Quarzitfels gehört vorherrſchend dem Gebiete des Gneißes, Glimmerſchiefers, Thonſchiefers, der Grauwacke- und Steinkohlenformation an. In dem Gebiete dieſer Erdrindemaſſen bildet er nicht nur Zwiſchenlager von oft bedeutender Ausdehnung, ſondern nicht ſelten auch ganze Bergmaſſen und ſcharf hervortretende Felskämme, zumal dann, wenn die ſeine Ablagerungsmaſſen umgebenden Schiefer ſteil aufgerichtete Schichten zeigen; denn in dieſem Falle werden dieſe letzteren durch die Verwitterung allmählich ſo zerſtört, daß nun die zwiſchen ihnen befindlichen, der Verwitterung unzugänglichen, Quarzfelsgänge als ſchroffe, weiße Felsmauern aus ihrer Umgebung hervortreten. Dieſes vorausgeſetzt, ſind nun namentlich folgende Lagerorte des Quarzfelſes bemerkenswerth:

a. im Gebiete des Gneißes: das Erzgebirge (Freiberg, Oberſchöna, Frauenſtein und weſtlich von Commotau [mit zahlreichen Granaten]); im böhmiſchen und bayerſchen Waldgebirge; bei Aſchaffenburg, (wo er Rutil, Diſthen und Titaneiſen führt); in Schottland, wo er im Diſtricte von Groinar bis 3000 Fuß hohe Felſen bildet; — Maſſachuſetts und Südcarolina;

b. im Gebiete des Glimmerſchiefers: faſt in allen, aus dieſem Schiefer beſtehenden, Gebirgen;
c. im Gebiete des Thonſchiefers: auf allen Höhen des Taunus;
d. im Gebiete der Grauwackeformation: auf der Eifel, nordweſtlich von Prüm in der Schneifel; am Hundsrück, wo er in drei großen Zügen die Höhe von 2000 bis 3000 Fuß erreicht; auf dem Harze am Bruchberge, Achtersberge und an der hohen Tracht; in England an den Lickey-Hills zwiſchen Birmingham und Bromsgrove; die Stiper-Stomes, zackige, wie Ruinen 50—60 Fuß hoch aus dem flachen Moorlande ſich erhebende, Felſen;
e. in der Steinkohlenformation bei Saints Prieſt eine aus dem Kohlenſandſteine hervorragende Quarzitkuppe.

§. 162. 21a. Kieſelſchiefer oder Lyditfels.

(Vgl. §. 497 der Mineralogie). (Lydianstone; silicous schist; Pthanite).

1) Beſtand: Dichte, im Bruche ſplitterige bis uneben muſchelige, dickſchiefrige, ſehr harte, unſchmelzbare, aber bei ſehr ſtarker Erhitzung die Farbe verändernde, Quarzmaſſe, welche durch innige Beimiſchungen von Thon, Eiſenoxyd und Kohle weicher als Quarz und vorherrſchend dunkelgrau oder ſchwarz gefärbt erſcheint, ſehr oft aber auch unrein grünliche, braune und rothe Farben zeigt, welche häufig in Bändern, Streifen, Flammen und Flecken abwechſeln.

1) Die bandirten Kieſelſchiefer ſehen oft dem Bandjaspis ſehr ähnlich (z. B. bei Schönau unweit Zwickau); die gefleckten aber gleichen in ihrem Ausſehen, wenn ihre Flecken ſcharf umrandet ſind, einer Breccie (z. B. am Langenberge im Lockwitzthale Sachſens).

2) In den reineren Arten des Kieſelſchiefers beträgt der Kieſelſäuregehalt 96 bis 97 Procent; in den unreinen Arten aber ſchwankt er von 62 bis 80 Procent, während der Gehalt von Thonerde von 2 bis 19, von Eiſenoxydul (und Eiſenoxyd) 2 bis 12, von Kohle 0,5 bis 2 Procent beträgt; ja in manchen Kieſelſchiefern iſt der Kohlengehalt ſo ſtark, daß er auf den Spaltflächen und Klüften des Geſteines als ein ſchwarzes, rußähnliches Pulver oder als ein glänzender anthracitähnlicher Ueberzug hervortritt (z. B. bei Hof in Bayern und bei Wendiſchbohra unweit Noſſen in Sachſen). Solche kohlereichen Lydite werden durch Glühen gebleicht.

3) Die Maſſe mancher Kieſelſchiefer wird von einem netzartigen Thonſchieferlamellengeflechte in der Weiſe durchzogen, daß ſie ſelbſt in linſenförmige Stücke abgetheilt erſcheint.

2) Die Kieſelſchiefermaſſe erſcheint ſehr häufig von weißen Quarzadern nach allen Richtungen hin durchzogen; außerdem aber kommen auch namentlich in den kohlereichen Abarten derſelben Eiſen- und Magnetkieſe vor, während ſich auf den Klüften und Spalten derſelben hie und da (z. B. bei Langenſtriegis unweit Freiberg) Wawellit und Türkis (z. B. bei der Jordansmühle unweit Steine in Schleſien) zeigen. Endlich iſt auch bemerkenswerth, daß der Kieſelſchiefer der Silurformation hie und da Graptolithen, der Devonformation bei Greiz Orthis callactis und Actoniae und der Culmformation im Regierungsbezirke Arnsberg nach v. Dechen Goniatites sphaericus und crenistra, ſowie Posidonia Becheri umſchließt.

3) Der Kieſelſchiefer, welcher ſtets ſehr deutlich geſchichtet, dabei aber auch häufig durch Zerklüftungen in würfelförmige oder vieleckige Maſſen abgeſondert erſcheint, zeigt Uebergänge in Quarzfels, Thonſchiefer und Alaunſchiefer.

4) Hauptlagerorte: Die Hauptheimath des Kieſelſchiefers befindet ſich in den Uebergangsformationen, in denen er namentlich in der Geſellſchaft von Alaun- und Thonſchiefern, ſowie von Diabasgrünſteinen zu finden iſt. Außerdem aber ſetzt er in manchen Steinkohlengebieten im Verbande mit Plattenkalk die untere Etage dieſer Formation (die ſogenannten Culmbildungen) zuſammen.

a. Im Urthonſchiefer bildet er Lager bei Andreasberg am Harz.
b. In der Thonſchiefer-Grauwackeformation zeigen ſich überall und häufig Kieſelſchieferlager: in Frankreich (Dep. de l'Ourthe, de Lambre et Meuse etc.); in Weſtphalen, namentlich im Regierungsbezirk Arnsberg, beſonders zwiſchen Arnsberg, Meſchede und Brilon; am Harz, z. B. bei Lerbach, Clausthal und im Selkethal; im ſüdlichen Theile des Thüringer Waldes; im Fichtelgebirge (z. B. bei Bayreuth und Hof); in Sachſen (z. B. bei Gersdorf); in der Oberlauſitz (bei Görlitz); in Schleſien (an der Katzbach); in Böhmen (bei Fünfkirchen, Commotau, Rakonitz u. ſ. w.); — in Norwegen (z. B. Chriſtiania).
c. In der nächſten Umgebung von Diabasgrünſteinen, ſo in Oberfranken bei Selbitz und Enchenreuth; im Voigtlande in dem Gebiete von Lobenſtein über Saalburg, Schleitz bis Weyda; in Sachſen zwiſchen Freiberg und Noſſen bei Plauen, dann auch bei Mühltruff, Pauſa und Tanna; am Harze; in Schottland u. ſ. w.
d. In der unteren Steinkohlen- oder Culmformation, welche er im Wechſel mit oder als Decke auf dem Kohlenkalkſtein zum größeren Theile z. B. im Regierungsbezirk Arnsberg in Weſtphalen, in Belgien, Devonſhire, Flintſhire, Irland, Kentucki und Virginien zuſammenſetzt.

22. Flint oder Feuerſtein. §. 163.

(Vgl. §. 497 der Min.).

1) Beſtand: Dichte, quarzharte, mit vollkommen muſcheligem Bruche verſehene, rauchgraue, braune oder grauſchwarze, ſeltner hellgraue, Kieſelmaſſe, welche aus einem innigen Gemiſche von kryſtalliniſcher, in Kalilauge unlöslicher, und amorpher, in Kalilauge löslicher, Kieſelſäure beſteht, nebenbei aber auch gewöhnlich noch etwas Thonerde, Kalkerde, Eiſenoxyd und eine, beim Glühen der Flintmaſſe ſich verflüchtigende, Kohlenſtoffverbindung enthält.

a. Die dunkele Färbung des Flintes rührt zum großen Theile von der, ſeiner Maſſe beigemiſchten, Kohlenſtoffverbindung her; denn ſonſt würde er ſich beim Glühen (namentlich mit Kupferoxyd) nicht entfärben. — Dieſe Kohlenſtoffverbindung aber rührt höchſt wahrſcheinlich von den, in der Flintmaſſe vorhandenen, verkieſelten Organismenreſten (— Foraminiferen, Bryozoen, Diatomeen, Amorphozoen u. ſ. w. —) her, welche oft die ganze Maſſe des Flintes zuſammenſetzen.
b. An der Luft liegend verbleichend und ſich an ſeiner Oberfläche mit weißem Kieſelmehl bedeckend.

2) Der Flint tritt gewöhnlich in Knollen von den verſchiedenartigſten Geſtalten auf, welche häufig Pflanzenwurzeln und noch häufiger Schwamm-

korallen oder Amorphozoën ſehr ähnlich ſehen, ja nicht ſelten ſogar geradezu aus einer ſolchen, verkieſelten Schwammkoralle oder auch aus einem verkieſelten Seeigel beſtehen. Außerdem aber bildet er auch zuſammenhängende Lagen, welche oft 1 Fuß mächtig ſind und Zwiſchenſchichten zwiſchen den Kreideablagerungen darſtellen oder plattenförmige Maſſen, welche die ſenkrecht ziehenden Abſonderungs- oder Austrocknungsſpalten der Kreideablagerungen ausfüllen und das Anſehen von Flintgängen haben (z. B. in England an der Kreideküſte zwiſchen Brighton und Beachy Head und ebenſo in der Gegend von Hjerm in Jütland). — Endlich durchzieht die Flintmaſſe in fein zertheilten Körnchen die Kreide und macht ſie hart und zum Schreiben untauglich. Dieſes iſt z. B. der Fall bei der Kreide von Uſedom und Wollin. Löſt man eine ſolche durchkieſelte Kreide mit Salzſäure, ſo bleibt ein ungelöſter Rückſtand von Kieſelmehl oder feinem Kieſelſand.

3) Die Hauptlagerſtätten des Flintes befinden ſich in der Senonformation der Kreidegruppe. In dieſer bildet er zwiſchen den Ablagerungsmaſſen der eigentlichen, weichen, abfärbenden, weißen oder gelblichen, Kreide mehr oder weniger zahlreiche, mächtige und oft weit ausgedehnte Zwiſchenſchichten, welche theils aus einzelnen, neben einander liegenden und bisweilen auch ſeitlich an einander gewachſenen, Knollen, theils auch aus zuſammenhängenden Schicht- und Plattenmaſſen beſtehen.

Die Küſten Frankreichs, Englands, namentlich der Inſel Wight, der Niederlande, Jütlands, Rügens, Uſedoms, Wollins, der däniſchen Inſeln, aber auch die Gegend von Aachen und Maſtricht; — kurz, überall da, wo die weiße Schreibkreide herrſcht, iſt auch Flint zu finden. Und wenn nun die Wogen des Meeres die Kreideküſten zerſchellen, dann ſchleudern ſie die losgebrochenen Flintknollen auf die anliegenden, niederen und flachen Landesgebiete, ſo daß ſie nun in den Di- und Alluvialmaſſen derſelben in größerer und kleinerer Menge zum Vorſcheine kommen, wie das Schuttland Mecklenburgs, Pommerns und Brandenburgs beweiſt.

§. 164. **Anhang zu den Kieſelfelsarten.** — Den eben beſchriebenen Kieſelgeſteinen ſchließen ſich ihrer Aehnlichkeit und ihrem Beſtande nach mehrere Mineralmaſſen an, welche zwar gewöhnlich nur kleine und untergeordnete Lager bilden, aber doch meiſtens häufig genug vorkommen, um bemerkt zu werden. Zu denſelben gehören:

1) der Hornſtein: eine dichte, derbe, an den Kanten durchſcheinende, im Bruche ſplitterige, rauchgraue oder hornfarbige, Quarzmaſſe, welche theils in Knollen und Kugeln, theils als Verſteinerungsmaterial von Holz (daher: Xylolith genannt), theils als Gangmaſſe, z. B. am Erzgebirge, am Kyffhäuſer im Rothliegenden, bei Tarnowitz im Muſchelkalk, auftritt (vgl. Min. §. 497);

2) der Jaspis (vgl. Min. §. 497): Dichte, matte, mit muſcheligem Bruche verſehene, rothe, gelbe, braune, grüne, oft gebänderte und geſtreifte, aus 94—96 Kieſelſäure, 3—4 Eiſenoxyd und 1—2 Thonerde beſtehende, Quarzmaſſe, welche hauptſächlich in der Nähe von Serpentin auftritt (z. B. in Schleſien am Lehrberge bei Hausdorf, in Sachſen bei Hohenſtein, in Oeſterreich bei Waidhofen; ſehr

mächtig im Ural am Berge Uſchkul bei Anninsky und dann noch mächtiger am Lake Superior in Nordamerika);

3) der Süßwaſſerquarz (Limnoquarzit): Feinkörnige, meiſt poröſe oder zellige, Süßwaſſer- oder Landſchnecken einſchließende, grauliche, gelbliche oder röthliche, Kieſelmaſſe, welche unregelmäßige Einlagerungen theils zwiſchen Diluvialſchuttmaſſen, theils in der Tertiärformation (z. B. im Becken von Paris) bildet;

4) der Kieſeltuff oder Kieſelſinter: Dem Kalktuffe äußerlich oft ſehr ähnlich und wie dieſer theils in erdigen, theils in körnigen oder poröſen, theils auch in getropften Formen und Maſſen auftretend, perlgrau, weiß, gelblich, röthlich; oft ſtarke Abſätze um das Becken heißer Quellen, z. B. auf Island, im Colloradogebiete Nordamerikas und am Rotomahana auf Neuſeeland, bildend;

5) Polirſchiefer (Saugkieſel): Sehr fein anzufühlende, abfärbende, undurchſichtige, ſchiefrige und ſich abblätternde, ſtark an der Zunge klebende, aſchgraue oder weißgelbe Kieſelmaſſe, welche Glas ritzt und vorherrſchend aus den mikroſkopiſch kleinen Kieſelpanzern von Gaillonellen und anderen Diatomeen beſteht. Lager im Gebiete der Braunkohlengebiete bildend, z. B. am Kritſchelberge unweit Bilin in Böhmen, bei Planitz in Sachſen, am Habichtswalde bei Caſſel;

6) Kieſelguhr oder Bergmehl: Gewöhnlich ſtaub-, mehl- oder aſchenähnliche, loſe Aggregationen von weißer oder grauer bis bräunlicher Farbe; glasritzend, rauh anzufühlen, Waſſer einſaugend, beim Erhitzen unter Luftabſchluß brenzlich riechend und ſich ſchwärzend; zum größten Theile aus Kieſelpanzern von Diatomeen, namentlich von Gaillonella und Navicula, beſtehend. Lager im Untergrunde von ehemals moorigen Landesgebieten, von Torfmooren oder von Braunkohlen bildend, ſo z. B. in dem Untergrunde von Berlin, in der Lüneburger Haide bei Oberohe unweit Ebsdorf, bei Franzensbad in Böhmen, in Ungarn bei Juſtraba, wo ſich ein 14 Fuß mächtiges Lager von kreideähnlicher Kieſelguhr findet.

Bemerkung: Streng genommen gehört der Polirſchiefer und ebenſo die Kieſelguhr zu den Zoogeniten, alſo in die II. Abtheilung der Felsarten. Sie wurden hier deshalb angeführt, weil ſie ihrem chemiſchen Beſtande nach zu den Kieſeln gerechnet werden können.

2. Ordnung: Gemengte kryſtalliniſche Felsarten.

Charakter: Deutliche oder undeutliche Gemenge von zwei oder mehreren, unmittelbar und gegenſeitig mit einander verwachſenen, Mineralarten. §. 165.

Alle hierher gehörigen Felsarten ſind zwar durch die eben erwähnte gegenſeitige Verwachſung der ſie zuſammenſetzenden Mineralindividuen und durch den Mangel eines mechaniſchen Cämentes charakteriſirt und von den klaſtiſchen Felsarten unterſchieden; bei den undeutlich ge-

mengten, glaſig dichten, hierher gehörigen Felsarten, z. B. beim Baſalt und Melaphyr, indeſſen bemerkt man bei der mikroſkopiſchen Unterſuchung derſelben eine glaſige Maſſe, in welcher die einzelnen Gemengtheile eingebettet liegen, ähnlich wie bei den Porphyren die ausgeſchiedenen Kryſtalle in der Grundmaſſe derſelben.

1. Gruppe: Feldſpathreiche Felsarten.

§. 166. **Charakter:** Gemenge, in denen ein kieſelſäurereicher Feldſpath (Orthoklas, Oligoklas oder Sanidin) als vorherrſchender Gemengtheil im Verbande ſteht theils mit Quarz allein, theils mit dieſem und zugleich mit Glimmer, theils mit Magneſiahornblende allein oder auch mit dieſer und zugleich mit Glimmer und auch wohl mit Quarz. Das Gemenge iſt entweder deutlich zu erkennen und dann bunt gefleckt, oder undeutlich und dann vorherrſchend einfarbig. Immer aber macht ſich in demſelben die Farbe des vorherrſchenden Gemengtheiles (des Feldſpathes) geltend, woher es kommt, daß die hierher gehörigen klein- und feinkörnigen, dichten und porphyriſchen Geſteine vorzüglich weißlich, gelblich, röthlich, rothbraun, graubraun oder weißlichgrau erſcheinen.

1) Der *chemiſche* Beſtand der hierher gehörigen Felsarten zeigt im Mittel,

   a. bei den *quarzhaltigen*: 70 — 77 Kieſelſäure, 12 — 16 Thonerde,

   b. bei den *quarzloſen*: 58 — 63 Kieſelſäure, 19,50 Thonerde.

   Der Gehalt an Kalkerde aber beträgt 1,5 — 2,6 und der Gehalt an Alkalien 5 — 13, am meiſten 8 — 9.

2) In Salzſäure erſcheinen ſie meiſt ganz unlöslich; nur der Phonolith löſt ſich theilweiſe und unter Ausſcheidung von Kieſelgallerte. Es giebt aber unter ihnen auch Arten, welche bisweilen Kalkſpath enthalten und dann mit Salzſäure aufbrauſen, z. B. manche Syenite und Gneiße der Alpen.

3) Bei ihrer *Verwitterung* bedecken ſich alle mit einer bald weißen, bald ledergelben Thonrinde, wie denn überhaupt die feldſpathreichen Felsarten die Haupterzeuger der echten Thonarten und des mit Grus und Sand untermengten Thon- und fetten Lehmbodens ſind.

Je nach der Art des in dieſen Felsarten vorherrſchenden Feldſpathes und je nach dem Vorhandenſein des Quarzes zerfallen die hierher gehörigen Felsarten

a. in **Orthoklas-, Oligoklasgeſteine**
   1) *mit Quarz*: Granit, Gneiß, Granulit und Felſitporphyr;
   2) *ohne Quarz*: Syenit, Syenitporphyr und Minette.

b. in **Sanidingeſteine**
   1) *mit Quarz*: Quarztrachyt, Liparit;
   2) *ohne Quarz*: Trachyt, Trachytporphyr, Phonolith (dazu: Pechſtein, Perlit und Obſidian).

a. Orthoklas-Oligoklasgeſteine.

α. Quarzhaltige.

23. Granit. §. 167.

(Vom latein.: granum, Korn, wegen ſeines körnigen Gefüges).

1) Beſtand: Groß- bis feinkörniges, feſt verwachſenes Gemenge von Orthoklas (meiſt auch Oligoklas) mit Quarz und Glimmer.

1) In dieſem Gemenge bildet der an Menge vorwaltende Feldſpath mit dem Quarze ein körniges Gemenge, in welchem die in der Regel kleinen Glimmerblätter zerſtreut und ordnungslos eingewachſen erſcheinen. Bei klein- und feinkörnigen Granitgemengen kommt es dann vor, daß in dem feinkörnigen Gemenge einerſeits große und ziemlich ausgebildete Orthoklaskryſtalle eingebettet liegen, wodurch der Granit porphyrartig wird, und andererſeits die einzelnen Glimmerblättchen in mehr oder weniger zuſammenhängenden Lagen das feinkörnige Feldſpath-Quarzgemenge durchziehen, wodurch der Granit gneißartig wird. Iſt endlich ein Granitgemenge ſehr feinkörnig und glimmerarm, ſo wird es felſit- oder auch granulitartig.

2) Ueber die einzelnen Gemengtheile des Granites iſt nun noch Folgendes zu bemerken:

a. Der Orthoklas iſt gewöhnlich röthlichweiß, fleiſchroth bis roſenroth oder auch gelblichweiß, ſelten grün oder bläulich; undurchſichtig und auf friſchen Spaltflächen ſtark perlmutterglänzend. Oft bildet er nur kryſtalliſche Körner, häufig aber auch mehr oder weniger ausgebildete rechteckige Säulen oder ſechsſeitige Tafeln, welche dann beim Zerſchlagen des Granites quadratiſche, rechteckige oder ſechsſeitige Durchſchnittsflächen zeigen. Bemerkenswerth erſcheint es, daß einzelne dieſer Kryſtalle in oft ganz friſchen Geſteinen einerſeits matt, erdig mürb, trüb graulichweiß und kaoliniſch und andererſeits in der Richtung ihrer Spaltflächen von zarten, ſilberweißen Glimmerlamellen durchzogen erſcheinen. — Statt des Orthoklaſes tritt in manchen Graniten der Alpen (ſo am Julier- und Maloja-Paß in den Engadiner Alpen) weißer oder faſt farbloſer, durchſichtiger, ſtark glaſigglänzender Adular in oft gut ausgebildeten Kryſtallen auf.

b. Neben dem Orthoklaſe findet ſich ſehr gewöhnlich graulich- oder grünlich-weißer, wenig glänzender oder matter, auf friſchen Spaltflächen mit zarter Zwillingsſtreifung verſehener Oligoklas in dem Granitgemenge; ja in vielen Graniten des Thüringer Waldes (z. B. bei Ruhla und im Druſerthale) bildet er mit Quarz das Hauptgemenge, während die Orthoklaskryſtalle porphyrartig in dieſem Gemenge eingebettet liegen.

c. Der Quarz bildet in der Regel graue, bisweilen aber auch bläuliche, ſtark fettig glänzende Kryſtallkörner, welche in dem granitiſchen Gemenge ſo vertheilt ſind, daß ſie theils den unter

§. 167. einander verwachsenen Feldspath-Glimmerindividuen aufgewachsen erscheinen, theils sich in den vom Feldspath und Glimmer freigelassenen Gesteinslücken befinden, so daß es das Aussehen gewinnt, als sei der Quarz erst nach der Bildung des Feldspathes und Glimmers aus der, nach ihrer Entwickelung noch übrig gebliebenen, Kieselsäure entstanden.

d. Der Glimmer bildet theils kleine Schuppen, theils hexagonale Täfelchen, theils auch, zumal in großkörnigen Graniten, große Blätter, welche gewöhnlich fest mit dem Feldspathe verwachsen sind, ja oft geradezu aus dem letzteren herausgewachsen erscheinen. In recht grob- und großkörnigen Graniten erscheinen die Glimmerindividuen häufig theils zu rosettenförmigen, theils zu parallelblättrigen Gruppen verwachsen (z. B. im Pegmatit bei Ruhla und Brotterode am Thüringer Walde); sonst aber treten sie gewöhnlich nur einzeln liegend im granitischen Gemenge auf. — In den orthoklasreichen Graniten nun kommt in der Regel silberweißer (bei der Verwitterung messing- oder goldgelber) Kaliglimmer vor; in den oligoklasreichen Graniten dagegen macht sich vorzüglich der schwarzbraune oder eisenschwarze, bei der Verwitterung rothbraune, Magnesia- und Eisenglimmer bemerklich, neben welchem indessen in der nächsten Umgebung der vorhandenen Orthoklaskrystalle bisweilen auch noch Kaliglimmer auftritt. In orthoklasreichen und glimmerarmen Graniten des Thüringer Waldes, z. B. bei Ruhla und Brotterode, zeigt sich außerdem jenes merkwürdige, aus 47,773 Kieselsäure, 31,246 Thonerde, 8,944 Eisenoxydul, 0,495 Magnesia, 5,855 Kali, 1,497 Natron und 4,190 Wasser bestehende, blaugrüne Mineral, welches bei der Umwandlung des Feldspathes in Glimmer entsteht und von Knop Pinitoid genannt worden ist.

e. Neben dem Glimmer endlich oder auch geradezu als Stellvertreter desselben finden sich nicht selten im granitischen Gemenge noch bemerklich: blaugrüner Chlorit und gräulichweißer Talk, z. B. in dem Protogin der Montblanc-, Monte Rosa- und Bernina-Kette; schuppiger Eisenglanz, sogenannter Eisenglimmer, Granat und Hornblende im Thüringer Walde im Drachenthal im sogenannten Syenitgranit.

f. In der Regel besteht im Granit der Feldspath nur mit dem Glimmer und der Quarz nur mit dem Feldspath zusammen, während Quarz und Glimmer nie ohne Feldspath vorkommen. Im Allgemeinen sind der Verhältnisse, in welchen diese drei Bestandtheile sich in dem granitischen Gemenge vorfinden, sehr viele. Gewöhnlich sind 40 — 50 Theile Feldspath, 30 — 40 Theile Quarz und 10 — 20 Theile Glimmer; selten walten im granitischen Gemenge die Glimmer- oder Quarztheile vor, und der Feldspath tritt nur in 20 — 30 Theilen hinzu.

§. Der [illegible] besteht aus [illegible] Theilen Kiesel- und [illegible]

2 Theilen
15 Thonerde

1,5 Eiſenoxydul oder Oxyd, §. 167.
1,5 Kalkerde,
0,5 Magneſia,
6,5 Kali,
2,5 Natron.

2) Abarten: Man hat vom Granit je nach der Art ſeiner Gemengtheile und der Form ſeines Gefüges unterſchieden:

1) den eigentlichen Granit mit vielem Orthoklas, ſehr wenigem Oligoklas, reichlichem Quarz und ebenſo mit Kaliglimmer wie mit Magneſiaglimmer;
2) den Granitit mit wenig (röthlichem) Orthoklas, viel Oligoklas, wenig Quarz und wenig Magneſiaglimmer;
3) den Adulargranit, aus Adular, Quarz und wenig Kaliglimmer beſtehend, z. B. am Julier in den Alpen;
4) den Granitell oder Aplit, welcher faſt nur aus Orthoklas und Quarz beſteht und ſehr wenig Glimmer enthält;
5) den Pegmatit oder großkörnigen Granit, deſſen Gemengtheile, röthlicher Orthoklas, grauer Quarz und ſilberweißer Glimmer, wenigſtens $^1/_2$ bis 1 Zoll groß ſind und faſt ſtets mit ſchwarzen Turmalinſtangen im Verbande erſcheinen, z. B. bei Brotterode am Thüringer Walde, bei Penig in Sachſen, bei Langenbielau in Schleſien, bei Zwieſel im Bayerwalde;
6) den Schriftgranit, welcher vorherrſchend aus großen Orthoklasindividuen beſteht, welche von zahlreichen, hohlen, ſtengeligen Quarzindividuen in der Weiſe durchwachſen erſcheinen, daß ſie auf den Spaltflächen des Feldſpathes im Querbruche Figuren bilden, welche Aehnlichkeit mit hebräiſchen Buchſtaben haben. Auf untergeordneten Gängen, z. B. am Ehrenberg bei Ilmenau und bei Bodenmais in Bayern;
7) den Protogingranit, welcher aus Orthoklas, Oligoklas, Quarz, ſchwarzgrünem Glimmer und ſchöngrünen, gewundenen Talklamellen beſteht, z. B. in den Montblanc- und Monte Roſa-Alpen;
8) den Syenitgranit, welcher aus Orthoklas, Oligoklas, wenig ſchwarzbraunem Glimmer, ſchwarzer Hornblende und wenig Quarz beſteht;
9) den Turmalingranit, aus Orthoklas, Quarz, Turmalin und ſehr wenig weißem Glimmer beſtehend; oft mit dem Pegmatit zuſammen;
10) außer dieſen in größeren Maſſen auftretenden und allgemeiner auftretenden Granit-Abarten hat man auch noch mehrere, nur örtlich vorkommende Varietäten, ſo den Miarolit, einen druſigen oligoklasreichen Granit aus der Umgebung von Lyon; den Rappakiwi, einen finnländiſchen, verwitterten Granit, in deſſen Maſſe eiförmige Knollen braunen Orthoklaſes in einem Gemenge von Glimmer und Quarz eingebettet liegen; den Eiſen-, Graphit-, Zinn-, Epidot- und Pinitgranit, — Granitarten, in deren Maſſe Eiſenglanzſchuppen, Graphitblättchen, Zinngraupen u. ſ. w. in großer Menge auftreten und den Glimmer theilweiſe verdrängen;

§. 167. 11) den Gneißgranit, welcher sich aus dem Granite entwickelt, wenn die Glimmerblättchen in dessen Gemenge sich lagenweise verbinden;

12) den Granitporphyr, wenn in einem feinkörnigen, glimmerarmen Granite einzelne große Orthoklaskrystalle eingebettet erscheinen.

3) Unwesentliche Beimengungen. — Wie schon in der Synopsis der Mineralogie bei der Beschreibung des Orthoklases im §. 527, des Oligoklases im §. 531, des Turmalins im §. 596 und Kaliglimmers im §. 641 ausführlicher angegeben worden ist, so können theils aus der Umwandlung, theils aus der Mutterlösung dieser Granitgemengtheile eine große Zahl von Mineralien hervorgehen, welche dann in dem granitischen Gemenge als unwesentliche Beimengungen desselben auftreten. Zu den wichtigsten dieser letzteren gehören nun namentlich folgende Arten:

a. In den groß- und grobkörnigen, Orthoklas, Quarz und Kaliglimmer haltigen, Graniten zeigt sich namentlich vor allen Turmalin, welcher sogar als ein Muttermineral des Kaliglimmers zu betrachten ist, da man in allem Pegmatit und Turmalingranit denselben ganz oder theilweise in Glimmer umgewandelt sehen und beobachten kann, wie das letztgenannte Mineral in dem Grade herrschend wird, als die Menge des Turmalins abnimmt. Nächst dem Turmaline machen sich bemerklich

1) aus der Reihe der Orthoklas-Umwandlungsminerale: Topas, Pyknit, Andalusit und Beryll;

2) aus der Reihe der Kaliglimmer-Verwandten und Umwandlungen: Cordierit, Damourit und dessen Zertheilungsproducte, der Staurolith, Disthen, sodann Lithionglimmer, Almandin, Zirkon, Flußspath; außerdem auch Zinnstein, Wolframit und Apatit.

b. In den grob- und mittelkörnigen, Oligoklas und Magnesiaglimmer haltigen Graniten zeigt sich auch Turmalin, aber noch häufiger Hornblende, welche als ein Muttermineral des Magnesiaglimmers zu betrachten ist. Außerdem aber machen sich nächst den schon unter a. angegebenen Mineralien bemerklich

1) aus der Reihe der Hornblende-Umwandlungen: Almandin, Pistazit, Asbest, Grammatit, Chlorit, Talk, Bitter- und Dolomitspath, Aragonit, Eisenspath, Magneteisenerz, Magnetkies, Eisenkies, Titaneisen, Rutil, außerdem auch Gold und Silber;

2) aus der Reihe der Magnesiaglimmer-Verwandten: Chlorit, Talk, Speckstein, Pinit und außerdem die Umwandlungsproducte der Hornblende, seines Mutterminerales.

4) Nächst den eben angedeuteten Mineraleinschlüssen zeigen sich auch nicht selten in der Masse des Granites große und kleine, scharfkantige und abgerundete, Bruchstücke von anderen Gesteinen, welche die granitische Masse bei ihrem Durchbruche zur Erdoberfläche mit sich fortgerissen hat, so namentlich von Gneiß, Glimmerschiefer und Urthonschiefer, bisweilen aber auch von syenit- und dioritähnlichen Gesteinen, oder auch mehr oder weniger kugelige Concretionen, namentlich von Glimmer

oder Hornblende und Oligoklas, welche ſich bei der Erſtarrung des granitiſchen Schmelzes aus deſſen Maſſe ausgeſchieden und zuſammengeballt haben. §. 137.

5) Uebergänge: Der Granit geht über:

a. in Gneiß, wenn in ſeinem Gemenge der Glimmer ſtark überhand nimmt und mehr oder weniger parallel ziehende Lamellen bildet;
b. in Protogyn durch Aufnahme von hellgrünem Talk;
c. in Syenit, ſobald zahlreich eintretende Hornblendeindividuen den Glimmer und Quarz aus ſeinem Gemenge verdrängt;
d. in Miascit, wenn Elaeolith den Quarz zurückdrängt;
e. in Greiſen, wenn der Quarz vorherrſchend wird und der Feldſpath ſtark zurücktritt;
f. in Felſitporphyr, wenn in einem glimmerarmen Granite das Gemenge ſo feinkörnig bis dicht wird, daß es felſitartig erſcheint und in dieſem Gemenge einzelne große Feldſpathkryſtalle und Quarzkörner hervortreten.

6) Verwitterung: Wie bei jeder Felsart, ſo finden auch bei der Zerſtörung der Granitmaſſe zweierlei Proceſſe ſtatt, nemlich ein einleitender, durch mechaniſch wirkende Potenzen herbeigeführter, welcher die Maſſe des Granites für die Angriffe der chemiſch umwandelnden Agentien vorbereitet und ein chemiſcher, durch welchen die Granitmaſſe zerſetzt und in verſchiedene andere Mineralſubſtanzen, namentlich in unkryſtalliniſche, erdige Maſſen umgewandelt wird. Durch den einleitenden Proceß, welcher durch den Einfluß der fortwährend wechſelnden Temperaturen und namentlich auch des zu Eis erſtarrenden Waſſers herbeigeführt wird, entſtehen zahlreiche feine Riſſe, welche durch die ungleich ſtarke Ausdehnung und Zuſammenziehung der verſchiedenen granitiſchen Gemengtheile hervorgebracht werden und von der Außenfläche aus netzförmig nach allen Richtungen zwiſchen den einzelnen Feldſpath-, Quarz- und Glimmerindividuen in die Granitmaſſe eindringen. Alle dieſe Riſſe ſaugen begierig die atmoſphäriſche Feuchtigkeit, namentlich den Thau, in ſich auf und leiten ſie, ſoweit ſie reichen, in das Innere der Granitmaſſe zu allen einzelnen Gemengtheilen derſelben. Jeder unter dieſen Gemengtheilen nun, welcher ein deutliches Blättergefüge hat, wie dieſes ja beim Feldſpath und Glimmer der Fall iſt, wird ebenfalls durch den Wechſel der Temperaturen unaufhörlich in ſeinen einzelnen Blätterlagen ausgedehnt und wieder zuſammengezogen, ſo daß ſich am Ende ſeine Maſſe ſo lockert, daß das von Außen her in die Granitmaſſe eingedrungene Meteorwaſſer auch bis in das Innerſte, alſo bis zu jedem einzelnen Maſſetheilchen dieſer gelockerten Gemengtheile dringt. Und indem nun weiter jeder dieſer Maſſetheile ſich mechaniſch mit dem aufgeſogenen Waſſer verbindet (alſo hydratiſirt wird), wird er erweicht und hierdurch befähigt, ſich mit den zugleich mit dem angeſogenen Waſſer eingedrungenen Atmoſphärilien — Sauerſtoff und Kohlenſäure — chemiſch zu verbinden. Aber mit dieſer Verbindung beginnt zugleich der zweite Act des Verwitterungsproceſſes, nemlich die chemiſche Zerſetzung der granitiſchen Gemengtheile. — Bei dieſer Zerſetzung nun greift zuerſt der Sauerſtoff das Eiſenoxydul ſowohl des Feldſpathes wie des Glimmers an und wandelt es in Eiſenoxydhydrat oder auch Eiſenoxyd

§. 167. um, wodurch zunächst beide Minerale gelb oder rothbraun gefärbt werden, sodann aber auch ihre chemische Verbindung noch mehr gelockert wird; alsdann tritt die im Meteorwasser vorhandene Kohlensäure in Thätigkeit und laugt die im Feldspathe vorhandenen Alkalien theils als doppeltkohlensaure, theils auch als kieselsaure Salze allmählich so aus, daß sowohl vom Feldspath wie vom Glimmer nur noch durch Eisenoxydhydrat oder Eisenoxyd verunreinigtes und ockergelb oder braunroth gefärbtes kieselsaures Thonerdehydrat, d. i. Kaolin oder Thon übrig bleibt, welcher nun als Verwitterungsrinde die Oberfläche des Granites überzieht. Regen wäscht endlich die so entstandene Zersetzungsmasse ab, wodurch eine neue noch unverwitterte Granitfläche bloßgelegt wird, welche nun wieder allmählich wie die erste Oberflächenlage zersetzt und vom Regenwasser abgefluthet wird. Und indem dieses Alles mit jeder neu bloßgelegten Oberflächenlage geschieht, wird die Masse des Granites allmählich von Außen nach Innen lagenweise immer weiter zerstört und am Umfange immer kleiner.

So ist also die Masse des Granites durch den Verwitterungsproceß allmählich in Thon umgewandelt worden. Aber dieser Thon ist in der Regel kein reiner, sondern theils mit Körnern des durch die Verwitterungsagentien nicht lös- und zersetzbaren Quarzes, theils mit kleinen Schuppen des schwerer und langsamer, als der Feldspath, zersetzbaren Glimmers untermengt und außerdem enthält er gewöhnlich auch zahlreiche größere und kleinere, noch nicht ganz verwitterte, Trümmer (Grus) des Granites selbst.

Wenn indessen eine Granitfelsmasse nur in der eben beschriebenen Weise sich ganz in Thon umwandeln sollte, so würde dieses unendlich langsam vor sich gehen, da die einzelnen Verwitterungslagen am angegriffenen Granite stets kaum eine Linie dick sind. Diesem Uebelstande wird vorgebeugt, einerseits durch die Absonderungsspalten, durch welche jede Granitmasse in einzelne schiefwürfelförmige Blöcke abgetheilt wird, und andererseits durch die Sprengkraft des in diese Spalten eindringenden und dann während der Winterzeit zu Eis erstarrenden Wassers. — Wie schon im §. 41 e. (S. 105 u. ff.) mitgetheilt worden ist, so wird die Masse der Granitstöcke und Gänge durch Absonderungs- oder Austrocknungsspalten in der Weise durchzogen, daß sie in einzelne rhomboidale oder rectanguläre Felskörper abgetheilt wird. Im frischen, noch nicht vom Meteorwasser angegriffenen Zustande schließen diese einzelnen Absonderungsmassen mehr oder weniger dicht an einander; wenn sie aber längere Zeit mit der Atmosphäre in Berührung stehen, dann nagt das Regenwasser mit Hülfe der ihm beigemischten atmosphärischen Gase ihre Ecken und Kanten immer weiter weg, so daß aus den einzelnen schiefwürfeligen oder rechteckigen Absonderungsmassen theils ungeregelt kugelige, theils linsenförmige, theils auch abgerundet tafelförmige Körper werden, welche nun nicht mehr fest an einander schließen und zwischen ihren einzelnen Körpern mehr oder minder weite Klüfte bilden. Das in diese Klüfte eindringende Regenwasser benagt aber nun nicht bloß die von ihm benetzten Granitmassen unaufhörlich und von allen Seiten her, sondern sammelt sich auch zwischen ihnen

ſo an, daß es in regenreichen Jahren alle Klüfte in der Granitfelsmaſſe §. 167.
ausfüllt. Kommt dann ein ſehr kalter Winter, dann erſtarrt es mit einem Male zu Eis, und indem es ſich während dieſer Erſtarrung ſehr ſtark ausdehnt, zerſtört es vollends den ganzen Zuſammenhalt der ohnedies nur noch locker unter einander verbundenen Granitmaſſen. So lange nun das Waſſer Eis bleibt, hält es wie ein Kitt die zerſprengten Maſſen zuſammen; wenn es aber bei wärmer werdender Lufttemperatur wieder zu Waſſer wird, dann ſtürzt die ganze Granitfelsmaſſe in ein Chaos von großen und kleinen Felsblöcken zuſammen, — eine Erſcheinung, welche in allen Granitgebieten beobachtet werden kann, und auch ſchon im §. 14 g. S. 123 und 124 näher beſchrieben worden iſt.

Dieſer Zertrümmerungsproceß ſeiner Felsmaſſen durch das gefrierende Waſſer iſt aber für die Verwitterung des Granites von höchſter Bedeutung; denn durch denſelben wird ſeine Maſſe nicht bloß in kleinere Theile zerſpalten, welche nun leichter von allen Seiten durch die Verwitterungsagentien angegriffen werden können, ſondern auch ſo durch und durch riſſig, daß dieſe Agentien leichter ins Innere bis zu den einzelnen granitiſchen Maſſetheilen gelangen können.

Der ſo eben beſchriebene Verwitterungshergang findet indeſſen nicht bei allen Graniten in gleicher Geſchwindigkeit ſtatt; denn, wie auch im §. 14 e. erwähnt worden iſt, verwittern unter ſonſt ganz gleichen Lagen und Witterungsverhältniſſen Granite

1) mit grobkörnigem Gefüge leichter, als die mit feinkörnigem Gefüge, weil jene einerſeits durch den Temperaturwechſel ſtärker ergriffen werden und andererſeits an ihrer rauheren Oberfläche die Verwitterungsagentien leichter haften können, als dieſes bei den feinkörnigen Graniten der Fall iſt. Recht deutlich tritt dieſes in einem Granitgange am Bergſtiege bei Ruhla hervor. In dieſem Gange erſcheint ein feinkörniger Granit von einem grobkörnigen durchſetzt; der erſtere nun iſt noch ganz friſch und hart, der zweite aber ganz verwittert und bröckelig.

2) Ebenſo verwittern Granite mit vielem Oligoklas und ſchwarzem Glimmer weit leichter als Granite, welche vorherrſchend Orthoklas und Kaliglimmer enthalten. Bei dem mit ſchwarzem Glimmer verſehenen Graniten beginnt die Verwitterung zuerſt mit dieſem Glimmer, wenn der feldſpathige Gemengtheil aus Orthoklas beſteht; iſt derſelbe aber Oligoklas, dann wird dieſer noch vor dem Glimmer angegriffen.

3) Endlich iſt noch zu bemerken, daß
   a. der orthoklasreiche und wenig (Kali-) Glimmer haltige Granit ſehr gleichmäßig, und ohne ſich in wahren Grus zu zerbröckeln, von Außen nach Innen verwittert und faſt reinen, nur durch Quarzkörner verunreinigten, Kaolin bildet;
   b. der Orthoklas, Oligoklas und Glimmer in ziemlich gleicher Menge haltige Granit in der Regel vor ſeiner eigentlichen Zerſetzung in kleinen Grus zerbröckelt, dann aber einen, mit Gruskörnern untermiſchten, fetten, ockergelben Thon giebt;

§. 167. c. der oligoklas- und magnesiaglimmerreiche Granit bei seiner Verwitterung sich erst schalig absondert und dann einen mit Grus untermischten, lehmartigen Thon bildet.

Schließlich ist hier noch hervorzuheben, daß es nicht selten vorkommt, daß in Graniten, welche zugleich Orthoklas und Oligoklas enthalten, der letztere ganz in weißen Kaolin umgewandelt ist, während der erstere noch ganz frisch erscheint, daß ferner in Orthoklas-Kaliglimmergraniten der Orthoklas ganz in erhärteten Kaolin umgewandelt erscheint, während der mit ihm eng verwachsene Kaliglimmer noch ganz frisch ist; daß endlich grobkörnige, orthoklasreiche, aber glimmerarme Granite in ihrer ganzen Masse in weißlichen, von Quarzkörnern und zarten Glimmerschüppchen durchzogenen, festen Kaolin in der Weise umgewandelt erscheinen, daß alle Feldspathe noch ihre volle Krystallgestalt behalten haben.

7) Ablagerungsformen und Felsabsonderung. — Wie schon im Vorigen angegeben worden ist, so zeigt sich der frische Granit durch Absonderungsspalten in schiefwürfelförmige, rhomboidaltafel- oder plattenförmige und rectangulärsäulenförmige Massen abgetheilt, so daß seine Felswände oft das Ansehen von Riesenmauern oder Ruinen von gigantischen Burgen erhalten (vgl. hierzu Fig. 27 S. 105). Wenn nun durch den Verwitterungsproceß die einzelnen Absonderungsmassen ihrer einzelnen Ecken und Kanten beraubt worden sind, dann bilden sie theils kugel-, theils linsen-, theils auch wollsackähnliche Blöcke (— sogenannte Druiden-, Hexen- oder Wackelsteine —), welche entweder von selbst ihren gegenseitigen Zusammenhalt aufgeben oder durch das in ihren Zwischenklüften gefrierende Wasser in ein Chaos von Felsblöcken (— Teufelsmauern, Teufelssteine, Felsenmeere —) zerrissen werden. — Außer diesen mehr regelmäßigen Absonderungen erscheint auch der Granit oft durch unregelmäßig verlaufende Spalten und Klüfte in größere und kleinere Trümmermassen zertheilt. Wirkliche Schichtenbildung ist dagegen nirgends bei den granitischen Felsmassen zu finden. Im großen Ganzen bildet der Granit vorherrschend von unten nach oben streichende, oft außerordentlich mächtige Gangmassen, welche sich schon während ihres Emporquellens theils seitlich zwischen die von ihm durchdrungenen, geschichteten Erdrindemassen einzwängten und dann zwischen ihnen oft weit ausgedehnte plattenförmige Lager bildeten, theils durch alle Risse der Nebengesteine dringend in oft zahlreiche Adern verästelten. Häufig aber drang er auch bis zur Oberfläche der ihn umschließenden Erdrindemassen und breitete dann seine Massen zu oft viele Quadratmeilen Landes umfassenden Decken aus oder er erhob sich da, wo seine Massen aus langgezogenen Spalten zur Oberfläche traten, zu klippigen, oft reihenweise hinter einander hinziehenden Felsriffen, welche nicht selten inselförmig aus ihrer Umgebung hervorragen.

8) Art des Auftretens. — Wenn auch der Granit im Allgemeinen als ein unter dem Einflusse des Vulcanismus entstandenes Gestein angesehen werden muß, so lehren doch auch wieder gar manche seiner Ablagerungsweisen, daß er nicht immer von dem Erdinnern aus in die Höhe gequollen sein kann. Während er nemlich in älteren und jüngeren Formationen als ein wirklich eruptives Gestein auftritt, welches die Glieder

dieſer Formationen, — und zwar nicht bloß der Grauwacke-, Steinkohlen- und Dyas-, ſondern auch der Jura- und ſelbſt der Kreideformationen, — in, von unten nach oben ziehenden, Gängen durchſetzt, erſcheint er in den älteſten, bis jetzt bekannt gewordenen, Erdrindeformationen, in dem laurentiniſchen Gneiße, Glimmer- und Urthonſchiefer, mit Quarziten, Kalkſteinen und anderen geſchichteten, anerkannten hydrogenen, Geſteinsbildungen in Wechſellagerung (— z. B. in den Pyrenäen und Centralalpen, im Bayerwalde, in Skandinavien u. ſ. w. —), ſo daß man annehmen muß, daß er ähnlich dem Gneiße, in welchen er auch in den genannten Urſchieferformationen häufig übergeht, aus der allmählichen, und wahrſcheinlich unter dem Einfluſſe des Waſſers vor ſich gegangenen, Erſtarrung und Umwandlung der primitiven Erdrindelagen hervorgegangen iſt. Hiernach hätte man alſo einen metamorphiſchen, lagen- oder ſchichtweiſe nur in den Urſchieferformationen auftretenden, und einen eruptiven, gangweiſe in verſchiedenen, auch jüngeren, Formationen vorkommenden, Granit zu unterſcheiden. §. 167.

9) Hauptlagergebiete. — Der Granit iſt wohl unter allen Eruptivgeſteinen wenigſtens in Europa das am maſſigſten entwickelte und am weiteſten verbreitete; denn nur in wenigen Gebirgen möchte er ganz fehlen. In den Pyrenäen iſt er nach Charpentier namentlich am Nordabhange zu finden; an deſſen öſtlichen Theilen er faſt ganze Ketten zuſammenſetzt, deren einzelne Gipfel hie und da ſelbſt den Kamm der Centralkette überragen.

Im weſtlichen Frankreich umgürtet er mit klippigen Küſtenriffen das Uebergangsgebirge der Halbinſel Bretagne. Dieſer gegenüber bildet er in England auf der Halbinſel Cornwall ebenfalls im Gebiete des Uebergangsgebirges das ſüdweſtliche Vorgebirge „Landsend" und mehrere andere höchſt intereſſante Granitinſeln.

Im ſüdöſtlichen Frankreich bildet er in gewaltiger Entwickelung die Marche, das Limouſin, die Auvergne, das ſüdliche Forez, das Vivarais, Charolais und Lyonnais — eine gewaltige nach Norden offene hufeiſenförmige Granitinſel, welche ſüdlich und weſtlich von Gneißgebilden umlagert und öſtlich vom Tertiärgebirge des Rhonethales, ſowie nördlich vom Lias und Jura überlagert wird. — Nordöſtlich von dieſer Inſel bildet der Granit die öſtlichen Gehänge der Vogeſen. In dem gewaltigen Alpengebirge ſpielt er dagegen eine verhältnißmäßig untergeordnete Rolle, da er nur mehr einzelne der Rieſengipfel und Ketten der Centralalpen aufthürmt, ſo das Montblancgebirge mit ſeinen Protoginen, das Gotthardgebirge, den Septimer, den Eiſackrücken in Tyrol, die Sölker Alpen in Steyermark. Ueberall ragt er in dieſem Gebiete aus dem Glimmer- oder Urthonſchiefer hervor. — Nur im ſüdlichen — italieniſchen — Alpenlande tritt der Granit mächtiger auf: da zieht er quer durch das Addathal zum Comerſee und bildet dann den ſtarken Veltliner Alpengürtel, welcher im 46° nördl. Breite vom Comerſee an öſtlich bis faſt zum See von Iſtria zieht und dann wieder nordoſtwärts hinauf zum Nonsberger Thale ſtreicht. Auf dieſem Zuge bildet er die ſüdliche Grenze der Glimmerſchieferalpen und wird ſelbſt ſüdlich von jüngeren Kalkgebilden umlagert. Außerdem aber tritt er in dieſem ſüdlichen Alpengebiete nur noch einmal mit Macht auf, nemlich in den Trientiner Alpen bei Predazzo und an der geognoſtiſch ſo merkwürdigen Cima d'Asta.

Im Schwarzwalde erhebt ſich der Granit vorherrſchend aus Gneiß, namentlich am Weſtabhange, und bildet überall die höchſten Kuppen. Oſtwärts legt ſich über und an ihn an der bunte Sandſtein. — Auch im

§. 167. Odenwalde, so vorzüglich bei Heidelberg, tritt er schön entwickelt und zum Theil von Felsitporphyren überlagert auf.

Am Harze erhebt er sich massig aus dem Grauwacke-Thonschiefer, um die höchsten Gipfel dieses Gebirges — so namentlich den Brocken und den Ramberg mit der wahrhaft alpinischen Roßtrappe — aufzuthürmen.

Am Thüringer Walde ist das ganze nördliche Gehänge frei von Granit, aber der südliche Abhang zeigt zwei schön entwickelte Granitinseln, welche aus dem Glimmerschiefer hervortreten. Die eine derselben erhebt sich zwischen Ruhla, Altenstein und Brotterode, wird an ihrer Südseite von der Zechsteinformation überlagert. Die andere tritt bei Zella und Suhl aus dem Steinkohlengebirge hervor und wird an ihrer Südseite von einem Melaphyrgürtel umzogen. Eine dritte, kleinere Granitklippe tritt im Ilmthale bei Stützerbach aus dem Melaphyrgebiete hervor.

Im Fichtelgebirge bricht der Granit in drei großen Inselgruppen aus dem Urthonschiefer hervor. Die höchste und bedeutendste bildet die höchsten und namhaftesten Gipfel des Gebirges (Schneeberg, Ochsenkopf, Kösseine), sowie die grotesken Felsbildungen des Rudolphstein, Haberstein und der Luisenburg; die zweite setzt den Waldstein, Hohenstein, Epprechtstein und Kornberg zusammen und die dritte erhebt sich am Weißenstein und dem Steinwald. „Sie sind es, welche ringförmig das, vorherrschend durch Gneiß und Urthonschiefer gebildete, innere Höhenplateau (Wunsiedel, Arzberg, Redwitz) umfassen."

Südöstlich vom Fichtelgebirge breitet sich der gewaltige Gneißrücken des Böhmerwaldes aus. An der Westseite desselben streift ein Granitzug durch die Oberpfalz und über den Bayerischen Wald bis zur Gegend von Passau, wo er nicht bloß von der Donau, sondern auch vom Inn durchbrochen wird. Ebenso breitet sich an der Ostseite und im Innern (an dem 4351 Fuß hohen Plöckenstein, Dreisesselstein und Königsstein) dieses Gebirges eine mächtige Granitzone aus.

Am Erzgebirge, namentlich im südwestlichen Theile desselben tritt der Granit unter den verschiedenartigsten Lagerungsformen auf. Bei Schwarzenberg treten in der Linie von Klösterlein bis Grandorf in der Richtung von Nordwest nach Südost fünf Granitinseln aus dem Glimmerschiefer hervor. — Oestlich von Graßlitz bildet er an der westlichen Grenze der Karlsbad-Eibenstocker Granitinsel eine große Decke auf dem Glimmerschiefer. — In der Gegend von Flöha wird ein Granitstock von hohen Gneißwällen umgeben, und bei Kirchberg wird eine Granitinsel auf ihrer nördlichen, östlichen und südlichen Seite von hohen Schieferbergen wallförmig umschlossen. Nordöstlich vom Erzgebirge breitet sich endlich zwischen Görlitz, Camenz, Großenhayn, Leuben, Dohna und böhmisch Georgenthal zwischen dem Schiefergebirge eine Granitdecke über mehr als 50 Quadratmeilen Landes aus.

Auch die Sudeten sind reich an mächtigen Granitablagerungen. „Vom höchsten Gipfel des Riesengebirges, von der Schneekoppe hin, zieht sich im Weißwasser- und Elbgrunde bis nach Harrachsdorf die Grenze zweier Urgebirgsarten, so daß man nach Norden hin nur Granit, nach Süden nur Gneiß und Glimmerschiefer erblickt, und auf der Koppe selbst überragt das letzte Gestein den Granit." Hauptgrenzpunkte sind Janowitz, Seifersdorf, Kammerswaldau, Grunau und Ullersdorf im Norden; von hier zieht er südlich nach Voigtsdorf und Petersdorf und gehört im weiteren Verlaufe zum Isergebirge, auf welchem die Tafelfichte den Scheidepunkt zwischen dem Granit und Gneiß bildet." — „Fast an den beiden Enden des Gneiß-Glimmerschiefergebirges, welches die Grafschaft Glatz östlich, südlich und westlich umschließt, bildet der Granit eine massige Decke auf dem Glimmerschiefer." In Ungarn findet sich (nach Beudant) der Granit fast stets mit Gneiß; nur selten setzt er für sich mächtige Massen zusammen: „von Preßburg bis zur mährischen Grenze; der Krivan in der Ostraczkischen Berggruppe; die erhabensten Bergspitzen des Tatra."

In Südrußland breitet ſich von Brody, zwiſchen dem Bug und dem Dnjpr bis Taganrog in der Richtung von Weſtnordweſt nach Oſtſüdoſt auf 130 Meilen weit eine Granitdecke aus, welche ziemlich eine Fläche von 4000 Quadratmeilen Landes bedeckt (Karſten's und Dechen's Archiv XV. 1840, S. 70).

Der bedeutendſte Theil des Ural und Altai beſteht aus Granit.

In Skandinavien iſt er meiſt dem Gneiße untergeordnet.

In Norwegen breitet ſich aber auf den bis 6000 Fuß hohen Hallingskarven, welcher auf dem Gebirgsrücken zwiſchen Haardanger und Hallingsdal liegt, über Thonſchiefer eine wenigſtens 1200 Fuß mächtige Decke von Granit aus. Ebenſo tritt auf dem Doverfjeld bei Näverdal und Quickne im Thonſchiefer gang- und lagerförmiger Granit auf.

In Schottland kennt man 25 Granitinſeln im Gebiete des Gneißes. — Im Gbentilt aber iſt der Uebergangskalk von einem wahren Netz granitiſcher Adern durchzogen.

In Irland tritt er unter anderen bei Arklon mit vier Lagergängen im Thonſchiefer auf.

In Spanien endlich überdeckt der Granit zwiſchen dem Tajo und der Guadiana ebenſo wie in Galizien eine bedeutende Strecke Landes.

Aus dem eben Mitgetheilten erſieht man, daß der Granit auftritt in dem Gebiete:

1) des Gneißes und Glimmerſchiefers am meiſten;
2) des Urthonſchiefers hauptſächlich im Fichtelgebirge und in Schottland;
3) der Uebergangsformation vorzüglich am Harz, in Norwegen, Irland, Südrußland (?) und in Sibirien;
4) des Steinkohlengebirges, ſo im Thüringer Wald, in Südrußland und in England (?);
5) des Zechſteins, am ſüdlichen Abhange des Thüringer Waldes;
6) der Trias in Südtyrol, bei Predazzo und an der Cima d'Asta;
7) des Fucoidenkalkes bei Inwald und auf Elba;
8) der Kreide in den Pyrenäen;
9) endlich bildet auch Granit Stöcke, welche älteren Granit durchſetzen. Gewöhnlich iſt dann der durchſetzende feinkörnig und der durchbrochene grobkörnig.

24. Gneiß. §. 168.

(Alter Bergmannsnamen: Granite veiné; Granite schisteux).

1) Beſtand: Ein flaſeriges oder ſchiefriges Geſtein, welches, wie der Granit, aus Orthoklas oder Oligoklas, Quarz und Glimmer beſteht, aber in ſeinem Gemenge den, häufig vorherrſchend werdenden, Glimmer lagen- oder lamellenweiſe zwiſchen dem körnigen Feldſpath-Quarzgemenge zeigt.

1) In der Art ſeiner Gemengtheile ſtimmt der Gneiß vollſtändig mit dem Granite überein; ja es ſind in ſeinem Gemenge auch dieſelben Stellvertreter des Glimmers wie beim Granite, — nemlich Chlorit, Talk, Hornblende, ſchuppiger Eiſenglanz oder Graphit, — zu finden. Aber in der Art ſeines Gefüges unterſcheidet er ſich mehr oder weniger ſcharf vom Granite. Während nemlich in dieſem letzteren Feldſpath und nächſt dieſem Quarz vorherrſchend ſind, der Glimmer aber ſehr zurücktritt und dann auch unregelmäßig zerſtreut in dem Feldſpath-Quarzgemenge eingewachſen erſcheint, wird er in dem Gneiße mehr oder weniger herrſchend und bildet Lamellen oder Lagen, welche das an ſich körnige Feldſpath-Quarzgemenge

§. 168. entweder in zusammenhängenden, ebenen, unter sich parallel die ganze Gneißmasse durchziehenden, Häuten durchziehen und hierdurch vollkommen schiefrig machen (— so bei dem schiefrigen Gneiße —) oder in einzelnen, gewöhnlich gebogenen, zwar unter sich parallel liegenden, aber keine zusammenhängenden Häute mehr bildenden, Schuppenlamellen (— so bei dem gemeinen Gneiße —) oder auch in dünnen, wellig gebogenen, unter sich nicht parallelen und zusammenhängenden Flasern oder Lamellen, welche das Feldspath-Quarzgemenge in der Weise durchziehen, daß dasselbe zu einzelnen flach linsenförmigen Knollen abgesondert wird, von denen dann jeder von einer Glimmerlamelle mehr oder weniger umschlossen erscheint (— so beim flaserigen Gneiße —).

2) Die glimmerreichen, ganz besonders die schiefrigen, Gneiße sehen in der Richtung ihrer Schiefer- oder Spaltflächen dem Glimmerschiefer sehr ähnlich; im Querbruche aber lassen alle Gneiße die abwechselnden Lagen von Glimmer und Feldspathgemenge deutlich erkennen. Der Glimmer erscheint dann stets in grauen, rothbraunen oder eisenschwarzen Querstreifen, welche bei dem gemeinen und schiefrigen Gneiße parallelziehend, bei dem flaserigen Gneiße aber stark wellig auf- und abgebogen erscheinen.

3) Bisweilen treten aus den Glimmerlagen größere, theils ebenflächige, theils linsenförmig abgerundete, meist röthliche, Orthoklaskrystalle hervor. Im ersten Falle nennt man dann die Gneiße porphyrartig, im zweiten aber Augengneiß.

4) Der gemeine Gneiß, dessen spec. Gewicht 2,6—2,7 beträgt, enthält im Mittel: 70,80 Kieselsäure, 14,20 Thonerde, 6,10 Eisenoxydul, 2,60 Kalkerde, 3,00 Kali, 2,10 Natron und 1,20 Wasser. Es giebt aber auch Oligoklas reiche und viel grauen Glimmer besitzende Gneiße (— sogenannte graue Gneiße —), welche nur 66 Proc. Kieselsäure enthalten, während in anderen viel rothen Feldspath und wenig weißen Glimmer haltigen (— sogenannten rothen Gneiß —) 75—76 Proc. Kieselsäure vorhanden ist.

2) Abarten. Wie beim Granite, so werden auch beim Gneiße theils durch Abänderung des Gefüges, theils durch Eintritt von Glimmerverwandten (— Chlorit, Talk, Hornblende, oder auch Eisenglanz und Graphit —), theils endlich auch durch den Verwitterungs- und Umwandlungsproceß des Glimmers oder auch des Feldspathes mehrere Abarten dieses Gesteines hervorgerufen. So entstehen

a. durch die Abänderung des gemeinen Gneißgefüges die schon oben erwähnten Abarten: zunächst der schieferige, flaserige, porphyrartige und Augengneiß, ferner der nur noch undeutlich flaserige, fast körnige, Granitgneiß und der Cornubiat, dessen Gemenge feinkörnig schuppig ist und nur noch im Querbruche die parallel lagenweise Vertheilung seiner Gemengtheile an den abwechselnd schwarz und weiß (selten weiß und roth) gefärbten Lagenstreifen erkennen läßt;

b. durch Vorherrſchendwerden von unweſentlichen, aber gewöhnlich dem Glimmer verwandten und theilweiſe auch aus ſeiner Umwandlung entſtandenen, Beimengungen: §. 168.

1) der Chloritgneiß, welcher ſtatt Glimmer unrein blaugrünen, fettig anzufühlenden, Chlorit enthält;

2) der Talk- oder Protogingneiß, welcher neben grünem Glimmer perlmuttrig glänzenden, hellgrünen, weichen Talk beſitzt;

3) der Hornblende- oder ſyenitiſche Gneiß, welcher neben wenig Glimmer und Quarz viel ſchwarze Hornblendenädelchen beſitzt;

4) der Eiſenglimmergneiß, deſſen Glimmer faſt ganz durch mehr oder weniger feſt zuſammenhängende Lagen von ſchuppigem Eiſenglanz verdrängt iſt; in manchen Fällen (z. B. bei Ruhla) aus der Zerſetzung des Magneſiaglimmers entſtanden;

5) der Kaolingneiß, aus Kaolin-, Quarz- und Eiſenglanzlagen beſtehend und ein Zerſetzungsproduct des Magneſiaglimmergneißes (z. B. bei Ruhla);

6) der Graphitgneiß, neben wenigem Glimmer viel ſchuppigen Graphit enthaltend.

3) Unweſentliche Gemengtheile: Der glimmerarme, dem Granite ſich nähernde, Gneiß zeigt, wenn auch ſeltner, dieſelben Beimengungen wie der Granit; aber der eigentliche, glimmerreichere, ſchiefrige Gneiß umſchließt, außer den ſchon erwähnten und in ſeiner Maſſe oft herrſchend werdenden, Mineralien, — Chlorit, Talk, Hornblende, Eiſenglanz und Chlorit, — namentlich Zerſetzungs- und Umwandlungs-Verwandte der Hornblende und des Magneſiaglimmers (oder auch des Granates), ſo vorzüglich braunrothen Eiſenthongranat (ſo z. B. bei Wittichen im Schwarzwalde, Erlenheim im Odenwalde, Rollendorf im Erzgebirge), Turmalin (z. B. am Schloßberg bei Bilin und am Galgenberg bei Commotau in Böhmen), Strahlſtein (am Grainer in Tyrol, namentlich auf Kluftflächen des Hornblende oder Chlorit haltigen Gneißes), Epidot (vorzüglich in den Hornblendegneißen Schottlands, Norwegens und des Fichtelgebirges), blauen Dichroit (namentlich in dem ſächſiſchen Granulitgebiete, bei Bodenmais im Bayerwalde, Herzogau in der Oberpfalz [nach Gümbel]), Cyanit (am Reuthberg bei Döhlau im Fichtelgebirge), Staurolith (bei Landaff in Nordamerika), Apatit (am Roßkopf bei Freiburg in Baden), Andaluſit (bei Langhennersdorf in Sachſen und Lämmerwinkel in Bayern), Beryll (am Rathhausberg in der Gaſtein), Zirkon (Kupplerbrunn in Illyrien), Spinell, Sapphir, Molybdänglanz u. ſ. w.

4) Uebergänge: Der flaſerige Gneiß geht durch ſtärkeres Hervortreten ſeines körnigen Feldſpath-Quarzgemenges, namentlich dann, wenn ſeine ſtark wellig gebogenen Glimmerlamellen vielfach unterbrochen ſind, in Granit über. Dieſes findet man oft ſchon in einer und derſelben Schichtmaſſe des Gneißes. In dem vollkommen ſchiefrigen Gneiße dagegen gewahrt man, daß durch ſtarkes Vorherrſchen des Glimmers und geringen Gehalt von Feldſpath Uebergänge in Glimmerſchiefer ſtattfinden. Außerdem hat man auch Uebergänge des talkhaltigen Gneißes in Protogin, des hornblendereichen Gneißes in Syenitgranit, eigentlichen Syenit, ja ſelbſt in Hornblendeſchiefer beobachtet. Und endlich erwähnt

§. 168. Keilhau in ſeiner Gaea Norvegica (III. 1) deutliche Uebergänge des Gneißes in Quarzit, ſowie man auch bei Grieſebach in der Oberpfalz Uebergänge deſſelben in Granulit beobachtet hat.

5) Die Verwitterung des Gneißes iſt verſchieden zunächſt je nach der Menge, Vertheilungsweiſe und Art ſeines Glimmers, außerdem aber auch nach der Ablagerungsart des Geſteines. Mit Bezugnahme auf alle dieſe Verhältniſſe ergeben ſich für die Verwitterung des Gneißes folgende aus der Erfahrung entlehnte Thatſachen:

a. Orthoklas-Kaliglimmergneiße verwittern unter allen Verhältniſſen ſchwieriger und langſamer als Oligoklas-Magneſiaglimmergneiße;
b. überhaupt aber verwittern glimmerreiche, feldſpatharme Gneiße weit langſamer als glimmerarme und feldſpathreiche;
c. Gneiße mit ſchwarzem, eiſenreichem Glimmer verwittern ſchneller als Gneiße mit magneſiareichem, eiſenarmem Glimmer;
d. vollkommen ſchiefrige Gneiße verwittern langſamer als flaſerige;
e. wagerecht abgelagerte Gneiße verwittern um ſo langſamer, je glimmerreicher und vollkommen ſchiefriger ihre Maſſe iſt. — Ueberhaupt aber verwittern Gneiße um ſo ſchneller, je aufgerichteter ihre Ablagerungsmaſſen erſcheinen;
f. indeſſen können auch wagerecht abgelagerte Gneißmaſſen ſchneller verwittern, wenn ſie von zahlreichen, ſenkrechten Spalten durchſetzt ſind. —

Im Allgemeinen beginnt beim Gneiße die Verwitterung mit der Kaoliniſirung des Feldſpathes, womit zugleich eine ſolche Auflockerung der ganzen angewitterten Geſteinsmaſſe eintritt, daß ſie namentlich nach froſtreichen Wintern in der Richtung ihrer Glimmerlagen zu einem mehr oder minder ſtarken Haufwerke von dicken und dünnen Schieferplatten und blättrigen Stücken zerfällt. Dieſe Art der Zertrümmerung tritt vorzüglich da hervor, wo die Gneißmaſſen an Gebirgsabhängen eine ſtark geneigte Ablagerung beſitzen; da hingegen, wo dieſelben faſt wagerecht abgelagert erſcheinen, bemerkt man dieſelbe oberflächlich nur wenig. Indem nun weiter jedes einzelne Trümmerſtück auf ähnliche Weiſe wieder zerfällt, entſteht am Ende an der Oberfläche der Gneißablagerungen ein aus lauter kleinen Gneißſchieferchen beſtehender Grus, aus welchem zuletzt ein, durch verwitternden Glimmer ockergelb (bei Kaliglimmer) oder rothbraun (bei eiſenreichem Magneſiaglimmer) gefärbter und mit Quarzkörnern, Gneißſchieferchen, Feldſpathſplitterchen und Glimmerſchüppchen untermengter Thon entſteht.

Dieſes letzte Verwitterungsproduct des Gneißes nun gleicht zwar im Allgemeinen dem des Granites, ſteht aber ſowohl nach der Qualität und Quantität ſeiner Auslaugungsproducte, wie nach ſeinem erdigen Rückſtande nur dann dem granitiſchen Boden nahe, wenn der ſich zerſetzende Gneiß feldſpathreich und glimmerarm iſt. Glimmerreicher und feldſpatharmer Gneiß dagegen liefert, zumal wenn er eiſenreichen Magneſiaglimmer enthält, einerſeits weit weniger lösliche Alkaliſalze als der Granit und andererſeits eine magere, beim Austrocknen zuerſt berſtende und dann ſich mehr oder weniger blätternde, gewöhnlich braune, von unzähligen Glimmerblättern erfüllte, Lettenthonmaſſe, welche in ihrem phyſiſchen Ver-

halten ſich oft dem eiſenſchüſſigen Thone oder Lehme des Glimmer- §. 168.
ſchiefers nähert.

6) Ablagerungsformen: So lange der Gneiß noch ein flaſeriges oder ſchiefriges Gefüge hat, zeigt ſich ſeine Maſſe abgetheilt in deutliche, aber oft merkwürdig gebogene und gewundene, Schichten, welche ſtets mit der Schieferung des Geſteines ganz parallel laufen; ſobald aber der Gneiß ein körnig-ſchuppiges oder ſtengeliges Gefüge beſitzt, dann verwiſcht ſich die Schichtung um ſo mehr, je ſtärker die Abſonderung in Stengel hervortritt oder je granitähnlicher das Geſtein wird. Durch zahlreiche — zum Theil mit Gangſteinen ausgefüllte — größere und kleinere Klüfte, welche die Schichtmaſſen ſenkrecht durchſchneiden, werden die letzteren nicht ſelten in parallelopipediſche, wollſackähnliche, oder auch dicke rhomboïdiſche, tafelförmige, oft aber auch in unregelmäßige Abſonderungsmaſſen zertheilt. — Eine merkwürdige — und noch keineswegs aufgeklärte — Erſcheinung iſt es, daß bisweilen in einer ganz regelrecht geſchichteten Gneißmaſſe auch Gänge von Gneiß auftreten. So theilt Cotta (im neuen Jahrbuch für Mineralogie, 1844, S. 681) mit, daß in der Nähe von Freiberg in dem Gneiße einige ſchmale, aber ganz deutliche, Gänge von einer anderen Gneißvarietät auftreten, welche, obwohl ſie die Schichtmaſſe des Nebengeſteines durchſetzen, doch faſt dieſelbe Richtung der Schieferung beſitzen, wie das durchſetzte Nebengeſtein.

7) Lagerungsverhältniſſe und Lagerungsgebiete: Wenn man im Allgemeinen auch den Gneiß — ſoweit bis jetzt die Erfahrungen reichen — als die tiefſte oder unterſte aller geſchichteten Steinmaſſen, gewiſſermaßen als das Fundament der Erdrinde, betrachten muß, ſo iſt damit noch keineswegs geſagt, daß aller Gneiß nur in dieſer fundamentalen Ablagerung vorkomme. Vielmehr lehrt die Erfahrung, daß ſelbſt jener Fundamental- oder Urgneiß oft mit Glimmer-, Hornblende- und Urthonſchiefer oder auch mit körnigem Kalkſtein wechſellagert; daß ferner Gneißſchichten über der Grauwackeformation oder über dem rothen Sandſteine lagern; ja ſelbſt zwiſchen Liasablagerungen eingeklemmt vorkommen; daß endlich Gneiß gangartig in anerkannt jüngeren Graniten auftritt und Bruchſtücke von Grauwackeſchiefer und anderen jüngeren Gebirgsarten in ſich einſchließt. Alle dieſe Erfahrungen ebenſo wie die Erſcheinung, daß Gneiß Gänge im Glimmerſchiefer bildet, haben zu der Anſicht hingeleitet, daß man in Bezug auf die Lagerungsverhältniſſe einen älteren oder Urgneiß und jüngere Gneiße unterſcheiden müſſe. Ob manche dieſer letzteren ſchon von ihrer erſten Entſtehung an als Gneiße auftraten oder ob ſie erſt durch Metamorphoſirung anderer Geſteine — wie z. B. mancher Thonſchiefer erzeugt worden ſind, — das mag dahin geſtellt bleiben. Hier ſind nur Thatſachen anzuführen, welche die verſchiedenen Verbindungen des Gneißes mit anderen Geſteinen darlegen.

a. Gneiß als unterſtes Glied aller anderen Formationen bildet die Hauptmaſſe:

1) der Oetzthaler Alpen, des hohen Tauern und der Judenburger Alpen. In dieſem ganzen Gebiete umlagert ihn oder wechſellagert mit ihm Glimmerſchiefer, Chloritſchiefer oder Hornblende-

§. 168. ſchiefer, hie und da auch wohl Urthonſchiefer (ſo namentlich am hohen Tauern);

2) des Schwarzwaldes, namentlich am Weſtabhange, wo er, z. B. im Kinzigthale, mit Granit wechſelt;
3) des Erzgebirges, wo er zumal den ganzen öſtlichen Theil und faſt den ganzen ſüdlichen, Böhmen zugewendeten, Theil zuſammenſetzt;
4) den größten Theil Böhmens und Mährens;
5) in den Sudeten den Hauptzug des Eulengebirges und die Grundlage aller Gebirge der Grafſchaft Glatz und des Geſenkes;
6) den größten Theil der ſkandinaviſchen Gebirge, wo er ebenſo wie in Finnland in mannichfachem Wechſel mit Hornblende- und Glimmerſchiefer ſteht, und viele Syenit- und Granitdurchbrüche zeigt;
7) einen großen Theil des nördlichen Schottlands aufbaut.
8) Eine mehr untergeordnete Rolle ſpielt er im granitiſchen Theile der Vogeſen, an deren öſtlichem Gehänge er hie und da hervortritt; in dem granitiſchen Odenwalde (am Fuße des Melibocus bei Auerbach ꝛc.) und Speſſart (bei Aſchaffenburg); in dem Glimmerſchieferrücken des Thüringer Waldes, an deſſen ſüdlichem Gehänge er z. B. bei Brotterode inſelartig hervorragt. In allen dieſen Fällen ſteht der Gneiß im Verbande oder in Wechſellagerung mit dem Glimmerſchiefer und mit dem Granit, oft auch mit Hornblendeſchiefern und mit Syenit. —

b. Gneiß in oder über der Grauwackeformation.

1) Am nordweſtlichen Abfalle des Fichtelgebirges iſt ein rings um die Stadt Münchberg faſt über 8 Quadratmeilen ausgedehnte Gneißablagerung, welche nach ihrer ſüdöſtlichen Grenze hin in Glimmerſchiefer übergeht, der Grauwackeformation geradezu eingelagert. Bei Schauenſtein, Gräfengehaig und Eppenreut iſt dieſer Gneiß granitähnlich und lagert dem ſiluriſchen Thonſchiefer auf (Cotta). — Der genau beobachtende Gümbel hält indeſſen dieſe Gneißablagerung für eine durch Schichten-Ueberkippung der Grauwackeglieder hervorgerufene Ueberbiegung der Gneißmaſſe.
2) Bei Reuth im ſächſiſchen Voigtlande lagert Gneiß auf der Grauwackeformation.
3) Weſtlich von Freiberg bei Mobendorf und Mühlbach lagern 2—3 große, wohl mehrere 1000 Fuß mächtige Gneißſtöcke auf der ſiluriſchen Grauwackeformation und unter den Conglomeraten der Steinkohlenformation von Hainichen und Ebersdorf. Dieſe Gneißmaſſen gehen oft in Glimmerſchiefer, aber nirgends in Thonſchiefer über. (Vgl. Naumann im neuen Jahrbuch für Mineralogie 1850, V. S. 514 u. ff.).
4) In Weſt-Finnmarken bei Talwig lagert Gneiß auf Glimmerſchiefer, welcher ſelbſt wieder auf dem Thonſchiefer der Grauwackeformation abgelagert erſcheint.
5) Im Innern Norwegens lagert nördlich vom Mjonſenſee, von Oſen bis Bödal Gneiß ganz gleichförmig auf der ſiluriſchen Formation, während derſelbe öſtlich von Oſen und ſüdweſtlich von Bödal, in Valters und Hallingdalen, von den ſiluriſchen Schiefern abweichend überlagert erſcheint. Im ſüdlichen Theile dieſes Gebietes — z. B. in Hallingdalen — bemerkt man ſehr deutlich, wie der, die Sohle der Gneißablagerungen bildende Thonſchiefer von unten nach oben zu allmählich in Chloritſchiefer, Glimmerſchiefer, Hornblendeſchiefer und Gneiß übergeht (Gaea Norvegica I. S. 380 u. ff.).

c. Gneiß zwiſchen oder über neueren Formationen (Jura und Lias).

1) Nach Studer erſcheint in Graubünden am Abhange des Val Tours bei Bergün ein aus Gneiß (und Glimmerſchiefer) beſtehender Schichtenfächer eingekeilt zwiſchen rothem Sandſteine, welcher wiederum

1) eigentlich ſchiefrigen; 2) körnig ſchuppigen; 3) körnigen §. 169.
Granulit;

2) reinen, nur aus Feldſpath und Quarz beſtehenden Granulit; Granatgranulit, in welchem Granatlamellen das Granulitgemenge durchziehen; Turmalingranulit, in welchem der Turmalin lagenweiſe vorkommt; Gneißgranulit, welcher von zarten weißen Glimmerhäutchen durchzogen wird und einen Uebergang zum Gneiß bildet. — Endlich kann auch hierher gerechnet werden der grünſchwarze, aus einem mikroſkopiſchen Gemenge von Quarz, Oligoklas, Magneteiſenerz, Granat und grünem Pinitoid (?) beſtehende Trappgranulit, welcher zwiſchen Penig und Rochsburg in Sachſen in ſich vielfach wiederholender Wechſellagerung mit dem eigentlichen, weißlichen Granulit vorkommt und 52,30 Kieſelſäure, 13,60 Thonerde, 14,96 Eiſenoxydul und Oxyd, 10,00 Kalkerde, 7,13 Magneſia und 1,70 Waſſer enthält.

3) Uebergänge: Wie oben ſchon angedeutet worden iſt, ſo geht der Granulit dadurch, daß Glimmer in ſeinem Gemenge auftritt, einerſeits in Granit, wenn Glimmer und Quarz zerſtreut in der Feldſpathmaſſe eingemengt erſcheinen, — und andererſeits in Gneiß über, wenn der Glimmer mehr oder weniger lagenweiſe die Granulitmaſſe durchzieht. Außerdem hat man nun auch an manchen Orten Uebergänge deſſelben in Glimmerſchiefer beobachtet, wie im Folgenden gezeigt werden ſoll.

4) Ablagerungsformen und Hauptlagerorte: — Neben ſeiner Schieferung, welche meiſtens ſehr vollkommen iſt, ſo daß ſich das Geſtein in große ebenflächige Steinplatten ſpalten läßt, zeigt nun auch der Granulit eine meiſtens ſehr deutliche Abtheilung in Schichten, welche gewöhnlich mit den Schieferungsſpalten parallel liegen, nicht ſelten aber auch mannichfach gebogen und gewunden ſind.

Unter den Ablagerungsorten des Granulites tritt das durch Naumann auf das Genaueſte unterſuchte ſächſiſche Granulitgebiet am meiſten hervor.

1) In Sachſen bildet der Granulit (nach Naumann) außer mehreren kleineren Inſeln vorzüglich eine von Südweſt nach Nordoſt langgeſtreckte Ellipſe, deren größte Länge zwiſchen Döbeln und Hohenſtein 6 Meilen beträgt, während ihre größte Breite zwiſchen Sachſenburg und Rochlitz $2\frac{1}{2}$ Meile mißt, und welche von einem mächtigen wallförmigen Mantel von Glimmerſchiefer allſeitig umhüllt iſt, welcher nach Außen zu allmählich in Thonſchiefer übergeht. In dieſe Granulit-Ellipſe ragen von den Rändern aus mehrere Glimmerſchiefer-Halbinſeln hinein, deren Maſſe inmitten des Granulites in Gneiß umgewandelt erſcheint. Außerdem treten inmitten dieſer Granulit-Ellipſe iſolirte Gneiß- und Granit-Inſeln auf; der Granit bildet außerdem einen 3 Meilen langen ſchmalen Bergzug im Granulit von Burgſtädt nach Mitweida hin. — Bei Waldheim, Kriebſtein und Ehrenberg ſetzen ferner zahlreiche Granitgänge im Granulit auf, welche die Maſſe des letzteren ſcharf durchſchneiden und Bruchſtücke derſelben einſchließen. Endlich treten in dieſem Granulitgebiete zahlreiche Serpentinſtöcke (z. B. bei Waldheim, Greifendorf und Callenberg) und Gabbro (z. B. bei Roßwein im Nordoſt), ja auch ein Stock von Hyperſthenfels (z. B. hinter der Höllenmühle auf dem Wege von Burgſtädt nach Penig) auf.

2) In Böhmen treten nach v. Hochſtetter neben mehreren kleineren Granulit-Partieen drei größere ſüdweſtlich und weſtlich von Budweis, bei Krumau,

§. 169. **25. Granulit.**

(Nach Weiß: Weißſtein; Leptynite; Eurite schistoide).

1) Beſtand: Feinkörnige bis dichte, weiße, gelblich- oder röthlich-, ſelten grauweiße (bis dunkelgraue [?]) Feldſpath- (Orthoklas- und Oligoklas-) maſſe erſcheint von lichtgrauen bis weißlichen fettglänzenden, parallel ziehenden Quarzlamellen in der Weiſe durchzogen, daß ſie in um ſo vollkommenere, ebenere Lagen abgetheilt erſcheint, je zahlreicher und ausgebildeter die Lamellen des Quarzes vorhanden ſind.

1) Neben dieſen beiden, nie im Gemenge des Granulites fehlenden, Hauptgemengtheilen zeigen ſich in ſeinem Gemenge auch noch ſehr gewöhnlich kleine rothe Granatkörnchen, welche ebenfalls oft lagenweiſe vertheilt ſind, oder ſilberweiße (ſelten ſchwarze) Glimmerſchüppchen, jedoch in der Weiſe, daß die letzteren um ſo mehr aus der Granulitmaſſe verſchwinden, je mehr die Granatkörner herrſchend werden, und ebenſo umgekehrt mit der Zunahme des Glimmers ein Zurücktreten des Granates eintritt.

2) Außer dieſen faſt ſtets vorhandenen Beimengungen zeigen ſich in der Granulitmaſſe auch gar nicht ſelten ein paar außerweſentliche Gemengtheile, welche ſich ähnlich wie Granat und Glimmer zu einander verhalten, indem das Auftreten des einen ein Verſchwinden des anderen hervorruft. Es ſind dieſes: himmelblauer Cyanit und ſchwarzer Turmalin. Der erſtere iſt ein Stellvertreter des Granates und tritt vorherrſchend in glimmerloſen, deutlich ſchiefrigen Granuliten auf; der Turmalin dagegen, welcher nie mit Cyanit zuſammen vorkommt und ebenfalls den Granat verdrängt, zeigt ſich vorzüglich in etwas glimmerhaltigen körnig ſchuppigen Granuliten.

3) Das Gefüge des Granulites iſt, wie ſchon angedeutet, um ſo vollkommener ſchiefrig, je mehr ſich der Quarz zu parallel ziehenden Lamellen entwickelt hat. Nun tritt aber der Quarz auch in rundlichen Körnern auf, welche die Feldſpathmaſſe zerſtreut und nicht lagenweiſe durchziehen. In dieſem Falle wird das Gefüge des Granulites mehr oder weniger körnig, ſo daß das Geſtein einem ſehr glimmerarmen Granit ähnlich wird. Die Art der Entwickelung des Quarzes bemerkt man am beſten im Querbruche des Granulites; denn der in Lamellen auftretende Quarz zeigt dann deutliche, graue, fettig glänzende Parallelſtreifen in der Feldſpathmaſſe. Außer dem Quarze bildet aber auch der Granat und noch mehr der Glimmer häufig zarte Lagen in der Granulitmaſſe, ſo daß dieſe letztere nicht ſelten ſogar deutliche Uebergänge in Gneiß zeigt, wenn der Glimmer in ihr durchziehende Lamellen bildet.

4) Der chemiſche Beſtand des Granulites beträgt im Mittel: 74,50 Kieſelſäure, 10,70 Thonerde, 5,60 Eiſenoxydul und Oxyd, 2,20 Kalkerde, 4,00 Kali und 2,50 Natron. — Das ſpec. Gew. = 2,60.

2) Abarten: Man unterſcheidet theils nach der Form des Gefüges, theils nach der Art der Gemengtheile:

1) eigentlich ſchiefrigen; 2) körnig ſchuppigen; 3) körnigen Granulit; §. 169.

2) reinen, nur aus Feldſpath und Quarz beſtehenden Granulit; Granatgranulit, in welchem Granatlamellen das Granulitgemenge durchziehen; Turmalingranulit, in welchem der Turmalin lagenweiſe vorkommt; Gneißgranulit, welcher von zarten weißen Glimmerhäutchen durchzogen wird und einen Uebergang zum Gneiß bildet. — Endlich kann auch hierher gerechnet werden der grünſchwarze, aus einem mikroſkopiſchen Gemenge von Quarz, Oligoklas, Magneteiſenerz, Granat und grünem Pinitoid (?) beſtehende Trappgranulit, welcher zwiſchen Penig und Rochsburg in Sachſen in ſich vielfach wiederholender Wechſellagerung mit dem eigentlichen, weißlichen Granulit vorkommt und 52,30 Kieſelſäure, 13,60 Thonerde, 14,96 Eiſenoxydul und Oxyd, 10,00 Kalkerde, 7,13 Magneſia und 1,70 Waſſer enthält.

3) Uebergänge: Wie oben ſchon angedeutet worden iſt, ſo geht der Granulit dadurch, daß Glimmer in ſeinem Gemenge auftritt, einerſeits in Granit, wenn Glimmer und Quarz zerſtreut in der Feldſpathmaſſe eingemengt erſcheinen, — und andererſeits in Gneiß über, wenn der Glimmer mehr oder weniger lagenweiſe die Granulitmaſſe durchzieht. Außerdem hat man nun auch an manchen Orten Uebergänge deſſelben in Glimmerſchiefer beobachtet, wie im Folgenden gezeigt werden ſoll.

4) Ablagerungsformen und Hauptlagerorte: — Neben ſeiner Schieferung, welche meiſtens ſehr vollkommen iſt, ſo daß ſich das Geſtein in große ebenflächige Steinplatten ſpalten läßt, zeigt nun auch der Granulit eine meiſtens ſehr deutliche Abtheilung in Schichten, welche gewöhnlich mit den Schieferungsſpalten parallel liegen, nicht ſelten aber auch mannichfach gebogen und gewunden ſind.

Unter den Ablagerungsorten des Granulites tritt das durch Naumann auf das Genaueſte unterſuchte ſächſiſche Granulitgebiet am meiſten hervor.

1) In Sachſen bildet der Granulit (nach Naumann) außer mehreren kleineren Inſeln vorzüglich eine von Südweſt nach Nordoſt langgeſtreckte Ellipſe, deren größte Länge zwiſchen Döbeln und Hohenſtein 6 Meilen beträgt, während ihre größte Breite zwiſchen Sachſenburg und Rochlitz $2\frac{1}{2}$ Meile mißt, und welche von einem mächtigen wallförmigen Mantel von Glimmerſchiefer allſeitig umhüllt iſt, welcher nach Außen zu allmählich in Thonſchiefer übergeht. In dieſe Granulit-Ellipſe ragen von den Rändern aus mehrere Glimmerſchiefer-Halbinſeln hinein, deren Maſſe inmitten des Granulites in Gneiß umgewandelt erſcheint. Außerdem treten inmitten dieſer Granulit-Ellipſe iſolirte Gneiß- und Granit-Inſeln auf; der Granit bildet außerdem einen 3 Meilen langen ſchmalen Bergzug im Granulit von Burgſtädt nach Mitweida hin. — Bei Waldheim, Kriebſtein und Ehrenberg ſetzen ferner zahlreiche Granitgänge im Granulit auf, welche die Maſſe des letzteren ſcharf durchſchneiden und Bruchſtücke derſelben einſchließen. Endlich treten in dieſem Granulitgebiete zahlreiche Serpentinſtöcke (z. B. bei Waldheim, Greifendorf und Callenberg) und Gabbro (z. B. bei Roßwein im Nordoſt), ja auch ein Stock von Hyperſthenfels (z. B. hinter der Höllenmühle auf dem Wege von Burgſtädt nach Penig) auf.

2) In Böhmen treten nach v. Hochſtetter neben mehreren kleineren Granulit-Partieen drei größere ſüdweſtlich und weſtlich von Budweis, bei Krumau,

Prachatitz und Chriſtianberg auf. In dieſem Gebiete zeigen ſich zahlreiche Uebergänge des Granulites in Gneiß und Granit; außerdem aber finden ſich auch regelmäßige Lager und Lagerſtöcke von Serpentin ſowohl auf den Grenzen des Granulites, wie auch in der Maſſe deſſelben eingeſchoben. — Ferner erhebt ſich im Thale der Eger zwiſchen Dömitz und Wotſch der Granulit in hohen, ſäulenförmig abgeſonderten und von fünf mächtigen Baſaltgängen durchſetzten, Felsmaſſen.

3) In Niederöſterreich bildet der Granulit bei Gloggnitz, Göttweih und Krems Einlagerungen im Gneiß. Daſſelbe iſt auch der Fall bei Aſchaffenburg und am Ebersberg bei Farnrode unweit Eiſenach.

4) In den Vogeſen tritt der Granulit mächtig entwickelt in dem Raume zwiſchen Remiremont, Gérardmer, Brugeres, Docelles und Eloyes mit Granit und Gneiß verbunden auf.

5) Im Lyonnais geht nach Rozet am Wege von Condrieux nach Rive de Gier der Granulit über einerſeits in Granit und andererſeits in Gneiß, welcher dann weiter ſelbſt im Thal des Gier in Glimmerſchiefer übergeht.

§. 170. 26. Felſitfels.

(Petrosilex, Eurit).

1) Beſtand: Dichtes oder ſehr feinkörniges, im erſten Falle einfach erſcheinendes, im zweiten aber undeutlich gemengtes, hartes, vorherrſchend röthlichgraues oder graulich braunrothes, — bisweilen aber auch aſchgraues, heller oder dunkler grünes oder ſchwarzbraunes, — Geſtein, welches unter dem Vergrößerungsglaſe als ein Gemenge von Feldſpath und Quarz erſcheint.

1) Nicht immer iſt das Gemenge des Felſites dicht; bei ſtärkerer Entwickelung des Feldſpathes wird es körnig und dann erſcheint es weiß oder grauröthlich und graugefleckt. — Der Feldſpath iſt theils Orthoklas und dann in der Regel röthlich oder gelblich, theils Oligoklas und dann gewöhnlich graulichweiß; der Quarz aber iſt ſtets graulich und durch ſeinen Oelglanz ſelbſt in undeutlichen Gemengen bemerkbar. Uebrigens beſteht das Gemenge nicht immer aus denſelben Mengen Feldſpath und Quarz; vielmehr lehrt die Unterſuchung, daß dreierlei Mengungsverhältniſſe bei dem Felſite zu unterſcheiden ſind, nemlich

a. Felſite, in denen weit mehr Quarz als Feldſpath vorhanden iſt; ſehr zäh, zur Faſerung geneigt, röthlichgrau oder hornfarbig; faſt feuerſteinhart, am Stahle ſtark funkend; ſehr ſchwer verwitternd; über 75 Proc. Kieſelſäure enthaltend;

b. Felſite, welche ziemlich gleich viel Feldſpath und Quarz enthalten; zäh, graubräunlich bis rothbraun; vom Feuerſtein ritzbar; am Stahl weniger ſtark funkend und beim Zuſammenreiben zweier Stücke noch brenzlich riechend; leichter verwitternd und ſich mit einer gelblichweißen Thonrinde überziehend; 74 Procent Kieſelſäure zeigend;

c. Felſitmaſſe, in denen die Feldſpathmenge den Quarz überwiegt; weniger zäh, bräunlich, graulich bis gelblich oder röthlichweiß; zur ſchaligen Abſonderung geneigt; vom Feuerſtein ſtark ritzbar; am Stahle wenig funkend und dabei ſehr wenig oder gar nicht brenzlich riechend; leicht verwitternd und dabei Kaolinlagen bildend; 70 bis 73 Procent Kieſelſäure beſitzend.

2) Oft erſcheint die Felſitmaſſe gefleckt, auch gebändert oder auf ihren Abſonderungsſpalten mit ſchönen ſchwarzbraunen Mangandendriten überzogen.

3) Bisweilen treten zu den beiden weſentlichen Gemengtheilen des Felſites noch kleine Glimmerſchüppchen oder auch wohl Hornblendenädelchen und Chlorittheilchen, welche dann die Felſitmaſſe grün färben.

2) Uebergänge: Wenn die Gemengtheile des Felſites deutlich körnig werden und ſich Glimmer einfindet, ſo geht der Felſit in Granit über. Noch häufiger aber zeigt er Uebergänge in Felſitporphyr; ja es iſt nicht Seltenes, daß in einem Felſitſtocke der Kern des letzteren aus gut ausgebildetem Felſitporphyre beſteht.

Am Ringberge bei Ruhla befindet ſich ein Felſitporphyrſtock, deſſen Kern gut und ausgebildet porphyriſch iſt, während zu beiden Seiten deſſelben dichter Felſit auftritt. Ueberhaupt zeigt ſich in dem Porphyrgebiete vom Thal bei Ruhla am Thüringer Walde der Felſit häufig, aber ſtets an den beiderſeitigen Rändern der Porphyrſtöcke und dann ſtets in denſelben übergehend.

Dem Felſit nahe verwandt iſt der im Anhange zum Gneiße Nr. 24 a beſchriebene Hälleflinta Schwedens.

3) In der Verwitterungsweiſe zeigt ſich der Felſitfels verſchieden je nach der Größe ſeines Quarzgehaltes, aber auch je nach der Art ſeines Feldſpathes. — Je mehr unter ſonſt gleichen Verhältniſſen ein Felſit Oligoklas enthält und je mehr dieſer an Menge den Quarz übertrifft, um ſo leichter tritt die Verwitterung deſſelben ein, während der quarzreiche, hornſteinähnliche Felſit außerordentlich ſtark den Verwitterungspotenzen widerſteht und eigentlich nur durch den Froſt mechaniſch zertrümmert wird. — Der oligoklasreiche Felſit zeigt bei ſeiner Verwitterung das Eigenthümliche, daß er ſich zuerſt ſchalig oder auch faſerig abſondert, ſo daß die Verwitterungsagentien leichter in das Innere ſeiner Maſſe eindringen können, ſodann aber von Schale zu Schale weich und kaoliniſch wird, bis zuletzt die ganze Maſſe weiter nichts als einen erhärteten, ſchaligen oder ſchiefrigen Kaolin darſtellt, aus welchem ſich durch Schlämmen der ganze, früher im Felſit vorhanden geweſene, Quarzgehalt abſondern läßt.

4) Hauptlagergebiete: — Am häufigſten tritt der Felſitfels im Gebiete und in der nächſten Umgebung des Felſitporphyres auf; ja bei mächtigen Porphyrſtöcken iſt es, wie oben ſchon bemerkt, eine gewöhnliche Erſcheinung, daß der Porphyr als Kernmaſſe des ganzen Stockes nach ſeinen Seiten hin in Felſit übergeht, ſo daß dieſer letztere eine mehr oder minder mächtige Hülle um den Porphyr bildet (— ſo z. B. in dem ſchon erwähnten Porphyrgebiete bei Ruhla am Thüringer Walde, ebenſo auch in den Vogeſen —). Außerdem aber bildet auch der Felſitfels für ſich allein ſelbſtſtändige Gänge, z. B. bei Tharand und Dippoldiswalde in Sachſen; bei Neuſtadt und Münſterthal im Schwarzwalde.

27. Felſitporphyr. §. 171.

(Feldſtein-, Quarz-, Euritporphyr; quarzführender Porphyr z. Th., Hornſtein- und Thonſteinporphyr z. Th.; — Eurite porphyroide [Brogn.]; Palaiopêtre [Saussure]).

1) Beſtand: Sehr feinkörnige bis dichte, lichtbraunrothe, röthlichgraue oder dunkelrothbraune, (ſeltner graue, grüne oder bläuliche) Felſit-

§. 171. maſſe, in welcher Kryſtalle oder kryſtalliniſche Körner von Orthoklas und Quarz, nicht ſelten auch Oligoklaskryſtalle oder Glimmerblättchen eingewachſen liegen.

a. Abänderungen in der Grundmaſſe: — Wie ſchon bei der Beſchreibung des Felſites (§. 170) angegeben worden iſt, ſo iſt die felſitiſche Grundmaſſe der Porphyre ein dichtes, inniges Gemenge von Feldſpath- und Quarztheilchen. Unter dem Mikroſkope zeigt dieſelbe trübe, nur ſchwach durchſcheinende Feldſpaththeile und waſſerhelle Quarzkörnchen. Wie nun auch S. 490 bemerkt worden iſt, ſo kann man je nach der Menge des in der Felſitmaſſe vorhandenen Quarzes, aber auch nach dem Zerſetzungsgrade derſelben drei Abarten des Felſites und hiernach auch drei Abarten des Felſitporphyres unterſcheiden, nemlich:

1) Hornſtein ähnlichen Felſitporphyr oder (fälſchlich) Hornſteinporphyr, welcher ſehr viel Quarz enthält, ſehr ſtark am Stahle funkt, vom Bergkryſtalle wenig geritzt wird, graulichrothbraun oder hornfarbig ausſieht und in der Regel keine ausgeſchiedenen Quarzkörner und auch nur kleine, meiſt undeutliche Orthoklaskryſtalle enthält;

2) eigentlichen Felſitporphyr, welcher eine feinkörnige, wenig am Stahle funkende, vom Bergkryſtalle ſtark ritzbare, Felſitmaſſe beſitzt, in welcher ſowohl Quarzkörner, wie auch gut ausgebildete Orthoklaskryſtalle eingewachſen liegen;

3) Thonſtein ähnlichen Felſitporphyr (fälſchlich Thonporphyr genannt) mit quarzarmer, ſehr wenig funkender, vom Bergkryſtalle ſtark ritzbarer Felſitmaſſe, in welcher ſehr viel Quarzkörner, aber wenig und kleine Feldſpathkryſtalle liegen.

Bemerkung: Bei der Beſchreibung des Verwitterungsproceſſes wird indeſſen noch angegeben werden, daß eine Felſitporphyrmaſſe ganz zu Thon verwittern und dann wieder zu Thonſtein erhärten kann, ſo daß nun allerdings die Quarz- und Orthoklaskryſtalle in Thonſtein eingebacken liegen.

b. Abänderungen in dem Gefüge der Grundmaſſe: — Wenngleich das dichte oder feinkörnige Gefüge das herrſchende Gefüge der Porphyrgrundmaſſe iſt, ſo giebt es doch auch Porphyre, deren Grundmaſſe ſchalig, ſchieferig, gebändert, ſphärolithiſch oder porös erſcheint. Wohl alle dieſe Abänderungen im Gefüge werden hauptſächlich durch die Mengungsart des Feldſpathes mit den Quarztheilen, in manchen Fällen aber auch durch die beginnende Umwandlung und Zerſetzung der Porphyrmaſſe hervorgerufen.

1) Das ſchalige, ſchieferige und gebänderte Gefüge zeigt ſich der Erfahrung gemäß vorzüglich bei ſolchen Porphyren, in deren Grundmaſſe ſich die Quarztheile lagenweiſe aus der Feldſpathmaſſe abgeſchieden haben, ſo daß nun die Grundmaſſe aus abwechſelnden, mehr oder weniger leicht von einander trennbaren, bald wagerechten und ebenen, bald wellig und runzelig

gewundenen, bisweilen auch concentriſch gebogenen und einen feſten Kern einſchließenden, Lagen beſteht. — §. 171.

Am Thüringer Walde kommen häufig ſchalige und ſchiefrige Porphyre vor, ſo am nördlichen Abhange dieſes Gebirges am Meiſenſteine zwiſchen Thal und Winterſtein, wo ſich auch concentriſch ſchalige, verſteintem Holze ähnliche, Porphyre befinden; in Sachſen bei Dobritz unweit Meißen; im Lennethal des Rheingebietes u. ſ. w.

Wenn die Quarzlagen ſehr fein und dünn und feſt mit dem Feldſpathe verwachſen ſind, ſo daß ſich die Porphyrmaſſe nicht mehr in Tafeln ſpalten läßt, dann erſcheint ſie im Querbruche gerade oder wellig (in der Regel ſchwarzbraun) geſtreift und einem Bandjaspis ſehr ähnlich. Man nennt dieſe letzte Abart des Porphyrs, welche ebenſo wie die ſchaligen und ſchieferigen Porphyre gewöhnlich nur ſehr wenige und ſehr kleine Feldſpathkryſtalle und Quarzkörner eingewachſen zeigt, Bandporphyr.

Bei Ilmenau und ebenſo bei Winterſtein am Thüringer Walde kommen ſehr ſchöne Bandporphyre vor. An dieſen Orten zeigen dieſe Porphyre hie und da ölgrüne, von einer chloritiſchen Subſtanz erzeugte, Streifungen. Bisweilen aber zeigen dieſelben auch ganz das Gepräge einer in Zerſetzung befindlichen Felſitmaſſe.

2) Das ſphärolithiſche Gefüge der Porphyrmaſſe wird durch eine Concentration ihrer Quarztheile in Kugeln herbeigeführt. Durch dieſe Kugelbildung, deren einzelne Kugelindividuen gewöhnlich hanfkorn- bis erbſengroß und entweder dicht oder hohl und druſig mit kleinen, zarten, Bergkryſtallen ausgefüllt ſind, wird der Porphyr bisweilen rogenſtein- oder auch perlitähnlich. Sind ſeine Kügelchen hohl, ſo zeigt er beim Zerſchlagen einen zelligen, poröſen oder druſigen Bruch (daher: zelliger, poröſer und druſiger Porphyr). —

3) Werden die Kugelbildungen der Porphyrmaſſe wallnuß- bis kopfgroß, ſo entſteht der Kugelporphyr. Die einzelnen Kugeln deſſelben haben eine harte, ſehr quarzreiche, hornſteinähnliche, Schale, woher es kommt, daß ſie der Verwitterung weit länger und ſtärker widerſtehen als die ſie umhüllende, meiſt bräunlichgraue, Felſitmaſſe und, nach der Verwitterung und Abſchlämmung dieſer letzteren frei umherliegen. In ihrem Innern ſind ſie entweder mit concentriſchen Lagen von Jaspis, Chalcedon und Carniol oder mit prächtigen Druſen von Bergkryſtall, Rauchtopas und Amethyſt, oder auch mit Fluorit oder Eiſenglimmer ganz oder theilweiſe ausgefüllt.

Sehr ſchöne Kugelporphyre, ebenſo auch ſphärolithiſche und poröſe Porphyre, finden ſich in dem gewaltigen Porphyrgebiete in der Umgebung des Inſelsberges, (ſo am Meiſenſtein, am Regen- und Spießberg bei Friedrichsrode) und des Schneekopfs am Thüringer Walde.

c. Der chemiſche Gehalt der Porphyrmaſſe beträgt im Mittel: 74 Kieſelſäure, 12 — 14 Thonerde, 2 — 3 Eiſenoxydoxyd, 1,5 Kalk-

§. 171. erde, 0,5 Magnesia, 7 — 9 Kali (vorherrschend) und Natron. Das spec. Gewicht beträgt im Allgemeinen 2,6 — 2,7.

d. Die wesentlichen Einsprenglinge in der Grundmasse. — Unter ihnen treten vorherrschend auf:

1) Orthoklas: gelblichweiß bis fleischroth, in der Regel nur in kleinen krystallinischen Körnern, oft aber auch in regelrecht ausgebildeten, bisweilen fast 2 Zoll langen Säulen oder Zwillingskrystallen, welche auf den Spaltungsflächen sehr glatt sind und stark perlmutterartig glänzen. Beim Zerschlagen des Gesteins zeigen diese Krystalle quadratische, rechteckige oder sechseckige Flächen ([], = oder [], und ⬡).

Ausgezeichnet große und schön ausgebildete Orthoklaskrystalle zeigt der Porphyr am Lindenberg, Breitenberg, Uebelberg und Abtsberg bei Tabarts am Thüringer Walde. Eine merkwürdige Erscheinung bietet der Porphyr des Schneekopfes am Thüringer Walde (im Meyersgrund bei Stützerbach) dar. Die schmutzig braune Masse dieses Porphyrs ist voll Zoll großer Säulen und Zwillingskrystalle von Orthoklas. Aeußerlich sehen diese Krystalle noch wohl erhalten aus; innerlich erscheinen sie zum Theil hohl und zum Theil in eine kalkhaltige Thonmasse umgewandelt. — Auf ähnliche Weise zeigen sich die Feldspathkrystalle in dem Porphyre von Niederschöna bei Freiberg; von Alvensleben bei Magdeburg; des Münsterthales in Baden innerlich in eine gelbliche oder grünliche steinmarkähnliche Substanz umgewandelt, während sie äußerlich noch ganz frisch sind.

2) Oligoklas: Ausgezeichnet durch die Zwillingsstreifung seiner Spaltungsflächen und sein weißes, wenig glänzendes oder mattes Ansehen. Häufig in Folge seiner leichten Verwitterbarkeit weich und kaolinartig. Meist in kleinen, undeutlichen Krystallen oder in Körnern.

3) Quarz: meist in hirsekorn- bis erbsengroßen, graulichweißen oder rauchgrauen, ölig- oder glasglänzenden Körnern, seltner in hexagonalen Pyramiden (z. B. am Auerberge bei Stolberg am Harz).

4) Glimmer: in schwarzen oder tombackbraunen, selten silberweißen oder messinggelben Schuppen oder hexagonalen Tafeln.

Die eben beschriebenen Einsprenglinge sind häufig klein und nicht vollständig auskrystallisirt und oft in so geringer Menge vorhanden, daß der ganze Porphyr nur aus der Grundmasse zu bestehen scheint. Bisweilen aber treten sie auch in solcher Menge auf, daß sie fast die Grundmasse verdrängen und dem Porphyr ein scheinbar körniges Gefüge verleihen. In der Regel erscheinen sie auch nicht alle zusammen in einem und demselben Porphyr. Nur der Quarz ist stets vorhanden und neben ihm gewöhnlich eine von den beiden Feldspatharten. Am seltensten unter ihnen tritt noch der Glimmer auf

(— ſo bei Siebenlehn bei Freiberg, wo die einzelnen Glimmertafeln §. 171.
mit einer weißen Feldſpathzone umſchloſſen ſind, und bei Inverary
in Schottland —).

2) Unweſentliche Beimengungen und Einſchlüſſe: Im Ganzen genommen ſelten. — In der Nähe von Erzgängen hat man namentlich Eiſenkies gefunden. Außerdem zeigt der Porphyr mancher Gegenden Pinit (Penig in Sachſen), Chlorit, Piſtazit (z. B. bei Ilmenau); Granat (Hohenſtein am ſüdlichen Harzrande); Kalkſpath in Körnern (bei Blankenſtein in Böhmen); Eiſenglanz und Eiſenrahm (letzteren als färbendes Mittel mehrerer Porphyre am Thüringer Walde, ſo am Ringberge). Weit häufiger als einzelne Mineralſpecies hat man in den Porphyren Mandeln und Geoden von Kalkſpath, Quarz, Chalcedon, Achat, Jaspis oder Amethyſt gefunden. — Auch umſchließt die Maſſe des Felſitporphyrs in manchen Gegenden Neſter und Trümmer von Steinmark (bei Rochlitz in Sachſen); von Flußſpath (Giebichenſtein und Petersberg bei Halle; bei Kreuznach); von Rotheiſenſtein und Manganerz (Mönchberg bei Ilefeld am Harz; Ilmenau); oder ſie wird durchſchwärmt von Quarzädern, auf denen häufig die ſchönſten Amethyſt- und Bergkryſtall-Druſen vorkommen (— ſo am Ringberg bei Ruhla und bei Brotterode am Thüringer Walde —).

3) Uebergänge. Vorzugsweiſe hat man beobachtet, daß der Felſitporphyr einerſeits in Granit, wenn das Gemenge ſeiner Grundmaſſe grobkörnig wird, und andererſeits in Pechſteinporphyr übergeht, ſobald das Gemenge ſeiner Maſſe noch inniger und verfloſſener wird. Dies letztere iſt namentlich an mehreren Orten Sachſens der Fall. Verliert er alle ſeine Einſprenglinge, ſo wird er zu Felſitfels.

4) Lagerungsformen und Lagerungsverhältniſſe. Der Felſitporphyr bildet als eine eruptive Felsart mächtige Gänge, welche die Nebengeſteine in verſchiedenen Richtungen von unten nach oben durchſetzen und mannichfach heben, zerdrücken und auseinander zwängen, oder auch Ganglager, oder endlich Decken und Kuppen. Seine zu Tage ſtehenden Felſen bilden alsdann, zumal wenn ihre Maſſen hornſteinartig ſind, ſteil anſteigende, oft furchtbar zerriſſene, Felsgehänge, Pyramiden und nicht ſelten, — wie z. B. in der Gegend von Botzen in Südtyrol — die großartigſten Säulenbildungen (vergl. Fig. 25); aber häufig auch maſſige, ſteile Felsplateaus, welche in ihrer Maſſe plattenförmig abgeſondert ſind, zumal wenn der ſie bildende Porphyr quarzarm iſt. In dieſem Falle erſcheinen auch ihre Plateaubildungen gewölbt und abgerundet. Wenngleich in Cumberland, Weſtmoreland und Nordwales zahlreiche Porphyrgänge ſchon in den Thonſchiefern der ſiluriſchen Formation eingelagert vorkommen und, ihren ganzen Lagerungsverhältniſſen nach, eine faſt gleichzeitige Entſtehung mit dieſen ſiluriſchen Bildungsmaſſen verrathen; wenngleich man ferner auch im ſüdlichen Theile der Vogeſen und bei Epinal am Morwan Porphyrablagerungen in und unter der Steinkohlenformation nachgewieſen hat, deren Lagerungsverhältniſſe auf Porphyrbildungen vor und während der Steinkohlenablagerungen hinzeigen; wenngleich endlich Porphyrbildungen von Studer im Juragebiete Bündens

§. 171. und Uris und von Darwin in Kreidegebilden des Feuerlandes angegeben worden sind, — so ist doch die Hauptheimath und die Hauptperiode der porphyrischen Eruptionen im Gebiete und in der Ablagerungszeit des Rothliegenden, Zechsteins und Buntsandsteins zu suchen.

5) Hauptlagerorte. Wie das Braunkohlengebiet des mittleren Europas durch 2 Hauptzonen basaltischer oder trachytischer Gebilde, — deren eine zwischen dem 45 und 46° nördl. Breite, namentlich im südlichen Frankreich, auftritt, während die andere zwischen dem 49 und 50° nördl. Breite quer durch Deutschland zieht und in Ungarn dann zwischen dem 48 und 49° nördl. Breite sich ausbreitet, — durchschwärmt wird; so ist das Gebiet der Steinkohlenbildungen und der permischen Formationen dieses Theiles von Europa durch zwei Zonen porphyritischer Eruptionen bezeichnet. Die eine dieser Porphyrzonen lagert zwischen dem 46 und 47° nördl. Breite und umfaßt einerseits die Porphyreruptionen des Forez und Morwan im östlichen Frankreich und andererseits den großartigen Porphyrstock von Botzen in Südtyrol. Die andere dagegen breitet sich vorherrschend zwischen dem 50 und 51° nördl. Breite aus und tritt am mächtigsten im Thüringer Walde, welchen man mit Fug und Recht geradezu ein Porphyrgebirge nennen könnte, auf, zeigt aber auch außerdem noch mächtige Stöcke und Lager in den Lennegegenden des rheinischen Schiefergebirges, im Halle-Leipziger Kreis, im Erzgebirge, in Schlesiens Ueberschargebirge und den dazu gehörigen Königshayner Bergketten. Im Besonderen tritt nun der Felsitporphyr in folgenden Formationen auf:

a. Im Gebiete des Granites: In Frankreich: am Forez-Gebirge. — In England: bei Glenco in Argyleshire. — In Deutschland: bei Heidelberg, wo er auf Granit lagert und vom bunten Sandstein überlagert wird; im Thüringer Walde (so bei Brotterode und Kleinschmalkalden, wo er zwischen Granit und Rothliegenden hervortritt).
b. Im Gebiete des Hypersthenites: mehrfach am Thüringer Walde (so am Spießberg bei Friedrichsrode, wo er dem Hypersthenite anlagert).
c. Im Gebiete des Gneißes: im Erzgebirge, südöstlich von Augustusburg, wo er am Kunerstein zwischen Gneiß und Thonschiefer lagert, ebenso in der Umgebung von Freiberg und Frauenstein, wo die Porphyrgänge an den Berührungsstellen mit dem Gneiße zahlreiche Bruchstücke von diesem letzteren Gesteine in ihrer Masse zeigen und eine Art Breccie bilden. — Auch am Thüringer Walde: am Eselstein hinter Bad Liebenstein durchsetzt der Porphyr den granitartigen Gneiß und wird wieder durchsetzt von Melaphyr. Aehnliches findet im Druserthal statt. — Schlesien auf dem Gneißrücken zwischen dem Wüsterwaltersdorfer und Jauernigker Thal, wo drei kleine Porphyrkuppen liegen, welche von interessanten Gneißbreccien umgeben werden.
d. Im Gebiete des Glimmer- und Thonschiefers. — In Südtyrol, zwischen Botzen, Meran, Collmann und Neumarkt, wo ein gigantischer Porphyrstock von Breccien und Conglomeraten umgeben, auf Glimmer- und Thonschiefer lagert und theilweise vom Buntsandsteine bedeckt wird. — Ebenso am Thüringer Walde.
e. Im Gebiete der Uebergangsformationen. — In Cumberland, Nordwales und Westmoreland wechsellagert der silurische Thonschiefer mit einer großen Menge von Porphyrlagern. — Bei Innerleithen in Süd-Schottland sind (nach Nicol) den silurischen Schichten der Grauwacke und des Thonschiefers 22 Porphyrlager parallel eingeschaltet. In dem Brüsch- und Thurnthal in den Vogesen findet nach v. Dechen und Oeynhausen ganz

Aehnliches ſtatt. — In Weſtphalen lagern nach v. Dechen zwiſchen den §. 171.
devoniſchen Schiefern der Lennegegenden flaſerige und ſchieferige Porphyre.
— In demſelben Gebiete erſcheint der Porphyr zwiſchen Schmalenberg und
Olpe dem Schiefer regelmäßig eingelagert; und bei Brilon an den Bruch-
häuſer Steinen, welche aus den flaſerigen und ſchieferigen Porphyren von
Dechen's beſtehen, durchbricht er nach Nöggerath den Thonſchiefer, wobei
der letztere an den Berührungsſtellen ſelbſt in eine Art Porphyr übergeht.
— In Sachſen kommen bei Berggießhübel bedeutende Porphyrlager im
Thonſchiefer vor. Aehnliches findet im Schwarzathal und im Nahethal un-
weit Schmiedefeld im Thüringer Walde ſtatt. — In Böhmen ſind nach
Barrande bei Skrey den unterſten foſſilhaltigen Ablagerungen der ſiluri-
ſchen Formation Porphyre eingelagert. —

f. Im Steinkohlengebiete. — In Frankreich bei Autun und Epinak am Morvan wird das Steinkohlengebiet von Porphyrgängen durchſetzt. Bei Braſſac bildet der Porphyr nach Baudin ein etwa 50 Meter mächtiges, regelmäßig zwiſchen den Steinkohlenſchichten hinziehendes Lager. — In Sachſen läßt nach Naumann das Baſſin von Flöha 4 Etagen unterſcheiden: die unterſte beſteht aus Sandſtein, Schieferthon und ein paar ſchmalen Kohlenflötzen, die zweite aus Gneißconglomerat, die dritte aus rothem, Quarz führenden Porphyr, welcher die zweite Etage gangförmig durchſetzt und ſich auf ihr ſtellenweiſe bis 200 Fuß mächtig ausbreitet, und die vierte wieder aus Sandſtein, Schieferthon und ein paar Kohlenflötzen. — In Schleſien wird die Steinkohlenformation am Hochwalde auf mannichfache Weiſe durchſetzt und verworfen; wie überhaupt der Hochwald, mit dem Scholaſter-, Pflanzen- und Blitzberg die bedeutendſte rings vom Steinkohlengebirge umſchloſſene Porphyrmaſſe iſt. Höchſt merkwürdig ſind nach Zobel und Carnal in dieſer Beziehung die geognoſtiſchen Verhältniſſe am Gleißberg bei Waldenburg: Der Porphyr bildet daſelbſt einen 3—4 Fuß mächtigen Gang im Conglomerate der Steinkohlenformation; ſeine Klüfte ſind da, wo ſie mit dieſem Conglomerate in Berührung ſtehen, mit einem weißen ſteinmarkähnlichen Mineral erfüllt; zwiſchen dem Porphyre und dem Conglomerate ziehen ſich rothbraune Lagen und jenſeits derſelben findet ſich ein buntes Gemenge von Quarz- und Lyditgeröllen mit Trümmern von Kohlenſandſtein, Brandſchiefer und Steinkohle, welche nahe am Porphyre durch Porphyrmaſſe zu einem ſehr feſten Conglomerat verbunden werden.

g. Im Gebiete des unteren Rothliegenden wohl am häufigſten. — Im Brüſchthale der Vogeſen bildet der Porphyr ein mächtiges Lager von ſenkrecht ſtehenden Säulen zwiſchen dem Rothliegenden und dem Vogeſenſandſtein. — Am Südrande des Harzes bei Ilfeld in koloſſaler Mächtigkeit. — Am Thüringer Walde, wo nach Credner während der Periode des Rothliegenden mindeſtens fünf Porphyrdurchbrüche ſtattgefunden haben, an unzähligen Orten, ſo ein Zug, welcher von Etterwinden am ſüdlichen Gebirgsabhange in einem Bogen quer durch das Gebirge ſetzt und am Ringberg, bei Seebach und am Meiſenſtein bei Schmerbach (wo er an der Grenze zwiſchen dem Rothliegenden, Zechſtein und den Steinkohlen durchbricht) maſſig hervortritt; ferner ein Zug, welcher vom Nordabhange des Inſelsberges ſich einerſeits ſüdweſtwärts bis Liebenſtein und andererſeits nordoſtwärts wendet, um die großartigen Felsmaſſen am Hübel-, Daten- und Uebelberg im Lauchagrund zu bilden; ferner ein dritter Zug, welcher die Kugelporphyr führenden Felſen bei Kleinſchmalkalden, am Jagdberg und Regenberg bis Friedrichsrode zuſammenſetzt; endlich ein maſſiger Zug, welcher am mächtigſten hervortritt und zu welchem alle die höchſten Berge des Thüringer Waldes — (Schneekopf, Beerberg, Finſterberg u. ſ. w.), — ſowie der groteske Falkenſtein bei Tambach gehören. — Bei Halle. — In Sachſen wird unter anderen das Rothliegende im Oſchatz-Frohburger Baſſin in zwei Etagen getheilt. Im Erzgebirge lagert er bei Furth und Rottluf dem Thonſteine des Rothliegenden auf und wird vom Quaderſandſtein bedeckt. — In Schleſien endlich zeigt das Rothliegende, welches von der Steina durchſtrömt wird, zahlreiche Porphyrdurchbrüche.

§. 171. h. Im Gebiete des Zechſteines, — ſo namentlich am Thüringer Walde, z. B. am ſüdlichen Abhange bei Altenſtein und Liebenſtein, wo der Porphyr die Dolomite durchbrochen hat; ebenſo am nördlichen Abhange, am Ebersberge und Marktberge bei Seebach, am Heiligenſteine bei Ruhla u. ſ. w.

i. Im Gebiete des Buntſandſteins. — In der Provence lagern bei Eſterel wild zerriſſene Porphyrmaſſen auf der unteren Etage des Buntſandſteines. — Am Thüringer Walde, z. B. bei Steinbach-Hallenberg und in Seebach, wo die Kirche auf einem aus dem Buntſandſteine hervortretenden Porphyrfels gebaut iſt u. ſ. w.

k. Im Gebiete des Jura: Nach Studer ſollen die Porphyre von Davos in Bünden und vor der kleinen Windgelle in Uri in engem Verbande mit den daſigen Jura-Ablagerungen ſtehen.

l. In den zur Kreide gehörigen Thonſchiefern an der Oſtſeite des Ponſonby-Sundes auf dem Feuerlande ſollen nach Darwin viele 100 Lagergänge von Porphyr vorkommen.

6) Verwitterung und deren Producte. — Im Allgemeinen zeigt ſich die Verwitterung des Felſitporphyres verſchieden je nach der Menge ſeines Quarzgehaltes und der in ſeiner Grundmaſſe eingewachſenen Feldſpathkryſtalle:

a. Diejenigen Porphyre, welche man zu den Hornſteinporphyren rechnet, widerſtehen der Verwitterung wegen ihres ſtarken Gehaltes an Kieſelſäure und wegen ihrer ſehr dichten, an Feldſpathkryſtallen ſehr armen, Grundmaſſe außerordentlich lange. Zwar ſprengt das in ihren ſenkrechten Klüften gefrierende Waſſer ihre jäh anſteigenden Felsmaſſen in rhomboidale Blöcke, welche dann haufenweiſe den Fuß ihrer ſpitzzackigen Felsruinen umlagern, aber die einzelnen Blöcke widerſtehen nun hartnäckig jeder weitern Zertrümmerung, ſo daß die Verwitterungsagentien nur ſehr langſam von Außen nach Innen vordringen und aus ihrer kieſelſäureüberreichen Maſſe nur eine dünne, röthlichweiße oder auch röthliche, ziemlich reine Kaolinrinde herausziehen können. Vom Regen abgewaſchen erzeugt ſich dieſelbe nur ſehr langſam wieder, ja zuletzt iſt ſie auf den einzelnen Blöcken kaum noch bemerklich, ohne daß dieſe letzteren an Volumen ſcheinbar abgenommen haben. Zerſchlägt man dieſe Blöcke, ſo bemerkt man, daß die im friſchen Zuſtande ganz dichte Maſſe derſelben ein parallelfaſeriges Gefüge angenommen hat, welches zwiſchen ſeinen einzelnen Faſern lauter feine, oft mit Kaolinſtaub, Eiſenoxyd oder zarten Quarzkryſtallrinden erfüllte, parallellaufende Haarſpalten zeigt und dem Porphyr häufig das Anſehen von verſteinertem Holze giebt. Unterſucht man nun die einzelnen, feſten Steinfaſern dieſer „Holzporphyre," ſo findet man, daß dieſelben wirklich aus faſt reiner, und nur durch etwas Thonerde und Eiſenoxyd verunreinigter, Kieſelſäure, — alſo aus einer hornſteinartigen Maſſe, — beſtehen. Dieſe eigenthümliche Erſcheinung deutet offenbar darauf hin, daß die urſprüngliche Maſſe dieſer ſogenannten Hornſteinporphyre nicht aus einer chemiſchen Verbindung von Feldſpathmaſſe und Kieſelſäure, ſondern aus einer mechaniſchen Nebeneinanderverwachſung der eben genannten beiden Subſtanzen beſteht, ſo daß nach der Auswitterung des Feldſpathes noch die nicht verwitterbaren Quarzfaſern der Porphyrmaſſe übrig bleiben.

b. Es kommt indeſſen auch vor, daß in einer und derſelben Porphyr- §. 171.
maſſe die eine Hälfte überkieſelſäurereich (hornſteinartig) und arm an Feldſpathkryſtallen iſt, während ihre andere Hälfte gerade nur kieſelſäurereich iſt und viele Feldſpathkryſtalle und erbſengroße Quarzkörner enthält. In dieſem Falle kann man beobachten, wie die kieſelſäureüberreichen Parthieen dieſer Porphyre bei der Verwitterung die eben beſchriebene Holzfaſerſtructur zeigen, während die andere, kieſelſäureärmere, feldſpathreichere und ſchneller verwitternde Parthie dieſer Geſteine bei der Verwitterung eine dichte, röthlichweiße, mit Quarzkörnern und noch unverwitterten Feldſpathreſten untermengte Kaolinmaſſe bildet. — Lagert in einem ſolchen Falle die kieſelſäurereichere Parthie über der kieſelſäureärmeren, ſo wird durch den Druck der erſteren die Maſſe der zweiten bei ihrer Verwitterung ſo zuſammengepreßt, daß ſie nach allen Richtungen hin zerberſtet und ein Zuſammenſtürzen des ganzen Porphyrfelſens herbeiführt. Oft zeigen ſich alsdann alle Ritzen der kaoliniſirten Porphyrmaſſe mit gut kryſtalliſirten Quarzdruſen und auch wohl mit Eiſenglanz beſetzt. Dieſe Quarzrindebildungen finden ſich indeſſen in allen mehr oder minder in Verwitterung begriffenen Porphyren, durchziehen die Maſſe der letzteren oft ſo nach allen Richtungen hin, daß ſie gewiſſermaßen die verkittende Maſſe der von ihnen umſchloſſenen Porphyrtrümmer bilden, und ſind nichts weiter als die Producte der bei der Kaoliniſirung der Porphyrſubſtanz ausgeſchiedenen Kieſelſäure, wie man deutlich bei der chemiſchen Unterſuchung der von dieſen Quarzrinden umſchloſſenen Felſitmaſſe bemerken kann, indem dieſe in ihrem Feldſpathe weit weniger Kieſelſäure enthält, als zu ihrer normalen Zuſammenſetzung gehört.

c. In mancher Beziehung anders verhalten ſich die quarzärmeren, von vielen und großen Feldſpathkryſtallen durchwachſenen Felſitporphyre. Bei dieſen beginnt in der Regel die Verwitterung in der nächſten Umgebung der eingewachſenen Kryſtalle damit, daß ſich um dieſe letzteren herum eine zuerſt riſſige, dann kaoliniſche Felſitzone bildet, welche der Regen abwäſcht, ſo daß nun dieſe Kryſtalle über die Oberfläche hervortreten und dadurch den Verwitterungspotenzen noch mehr Haftpunkte gewähren. Aber eben hierdurch werden nun auch die Feldſpathkryſtalle ſelbſt, zumal wenn ſie aus Oligoklas beſtehen, ringsum von den Seiten her angeätzt und allmählich ihres ganzen Natron-Kalkgehaltes beraubt, ſo daß aus ihnen eine eigenthümliche, waſſerhaltige Verbindung von kieſelſaurer Thonerde mit viel Kieſelſäure und ſehr wenig Kali entſteht, eine Verbindung, welche ſich zwar in ihrem phyſikaliſchen Verhalten dem Kaolin nähert, aber in Folge ihres ſtarken Kieſelſäuregehaltes doch keiner iſt. Indem nun aber dieſe Umwandlung von den Seiten her vor ſich geht und ganz allmählich, von Atom zu Atom in die Oligoklasmaſſe eindringt, ſo trifft es ſich oft, daß einerſeits die ſo verwitternden Kryſtalle trotz ihrer Zerſetzung noch ihre vollſtändige Kryſtallform behalten und andererſeits in ihrem Innern noch ganz friſch und nur äußerlich von

§. 171. einer mehr oder minder breiten Kaolinzone umſchloſſen ſind. Dieſe kieſelſäurereiche Kaolinzone kann indeſſen nochmals eine Veränderung dadurch erleiden, daß das Kali, welches aus der verwitternden Felſitzone ihrer nächſten Umgebung frei wird, in ihre Maſſe eindringt, ſich mit der in ihr vorhandenen überſchüſſigen Kieſelſäure verbindet und ſie hierdurch in Orthoklas (oder auch in Kaliglimmer) umwandelt. In der That findet man in den kaoliniſirten oder verwitternden Felſitporphyren, z. B. des Thüringer Waldes oft Feldſpathkryſtalle, welche

1) einen Oligoklaskern und eine Orthoklasrinde,
2) einen Oligoklaskern und Glimmerrinde,
3) einen Kaolinkern und eine Orthoklasrinde,
4) aber auch einen Orthoklaskern und eine Kaolinrinde,
5) endlich ganz eine unreinbraune, Kieſelſäure mechaniſch beigemengt haltende, Thon- oder Kaolinmaſſe beſitzen. — Da nun bei dieſer Anwitterung die Feldſpathkryſtalle ein etwas kleineres Volumen erhalten, ſo fallen ſie leicht aus der ſie umhüllenden Felſitmaſſe heraus und liegen nun, oft in großer Menge, theils loſe an der Oberfläche der Porphyrfelſen, theils auch im Grus der Gewäſſer, welche das Gebiet der Porphyrberge durchfließen. Durch dieſes Ausfallen der Feldſpathkryſtalle aber entſtehen zugleich eine Menge größerer und kleinerer Lücken in der felſitiſchen Grundmaſſe, ſo daß nun die Atmoſphärilien noch mehr und noch beſſere Haft- und Nagepunkte in derſelben finden. Klüfte und Spalten entſtehen jetzt in derſelben; ihr Zuſammenhalt wird immer ſchwächer, bis denn zuletzt das in ihren zahlreichen Ritzen gefrierende Waſſer den angewitterten Porphyrfels in ein loſes Haufwerk von Blöcken und Grus zerſprengt, aus welchem allmählich eine mit Quarzkörnern, Felſitſplittern und kaoliniſirten Feldſpathkryſtallen untermengte, unrein lederbraune Thonkrume entſteht, welche, wenn der ſie producirende Porphyr Kalkoligoklas enthielt, manchmal 2—6 Procent kohlenſauren Kalk beſitzt.

Wie beim Granit und Gneiß, ſo findet man auch beim Felſitporphyre oft ganze Bergmaſſen in der Weiſe kaoliniſirt, daß dieſelben dem äußeren Anſehen nach ganz porphyriſch erſcheinen, während ihre Maſſe nach Härte, Gewicht und chemiſchem Gehalte nichts weiter als ein erhärteter, mechaniſch mit viel erſtarrter Kieſelſäure untermengter, und oft auch kohlenſauren Kalk haltiger, Kaolin oder Thon iſt. Dieſe eigenthümliche Umwandlung der Felſitporphyre, welche man fälſchlich Thonporphyr genannt hat, eigentlich aber kaoliniſirten Porphyr nennen ſollte, findet man namentlich bei Porphyren, deren Grundmaſſe aus Oligoklas und Kieſelſäure beſteht, während die in ihr liegenden Kryſtalle Orthoklas (und auch wohl Quarz) ſind. In vorzüglicher Entwickelung zeigen ſie ſich unter anderm am Auersberg

bei Stolberg am Harze und am Schneekopf und Beerberg am Thüringer Walde.

Das letzte Product der Verwitterung der Felſitporphyre iſt alſo nach allem eben Mitgetheilten im Allgemeinen nicht ſowohl reiner Kaolin, als vielmehr ein feinzertheiltes mechaniſches Gemiſch von pulveriger Kieſelerde und leber- bis ockergelbem Kaolin oder magerem, wenig klebrigem, Thon (d. i. Lehm), welcher bei Oligoklasgehalt des Porphyres gewöhnlich auch kalkhaltig iſt. Die auslaugbaren Verwitterungsproducte der Porphyre aber nähern ſich denen des Granites und enthalten bald mehr Kaliſalze (bei Orthoklasporphyren), bald mehr Natron- und Kalkſalze (bei oligoklasreichen Porphyren). Wegen der langſamen Verwitterung der porphyriſchen Grundmaſſe fließen ſie indeſſen nie ſo reichlich wie bei dem Granite.

Bemerkung. Das eben Mitgetheilte iſt aus vielfachen Beobachtungen an Felſitporphyren, namentlich am Thüringer Walde, entlehnt worden.

β. Quarzfreie Orthoklasgeſteine.

28. Syenit. §. 172.

(Nach ſeinem von Plinius [— aber fälſchlich —] angegebenen Fundorte Syene in Egypten).

1) Beſtand: Ein granitähnliches, kryſtalliniſch körniges Gemenge von Orthoklas und Hornblende, welches aber meiſtens auch Oligoklas und bisweilen auch ſchwarzen Magneſiaglimmer, ja ſogar manchmal einzelne Quarzkörner enthält.

1) Der Orthoklas, welcher in der Regel der an Menge vorherrſchende Gemengtheil iſt und gewiſſermaßen eine körnige Grundmaſſe bildet, in welcher die ſchwarzen oder auch dunkelgrünen Säulen und Nadelbüſchelchen der Hornblende eingebettet liegen, iſt gewöhnlich braun- oder fleiſchroth, bisweilen auch pfirſichblüthroth oder grauröthlich mit ſchönem blauen Schiller (z. B. in der Umgebung des Druſerthales am Thüringer Walde). Mit ihm zugleich tritt häufig grünlich- oder graulichweißer, wenig oder nicht glänzender, Oligoklas auf. Die Hornblende iſt vorherrſchend ſchwarz und kurzſäulenförmig oder auch nadelförmig und dann gewöhnlich zu vogelfußähnlichen Büſchelchen gruppirt; bisweilen aber auch lauchgrün, langſtengelig und epidotähnlich, ſo in manchen Syenitblöcken des norddeutſchen Tieflandes. Häufig erſcheint ſie vergeſellſchaftet mit ſchwarzbraunem Magneſiaglimmer, welcher aus ihrer Umwandlung hervorgeht und nicht ſelten auf den einzelnen Hornblendeſäulchen die äußere, mit einem Meſſer ablösbare, Schale bildet. In dieſer Beziehung des Glimmers zur Hornblende liegt nun auch der Grund, einerſeits warum in dem Grade wie der Glimmer in dem Syenitgemenge zunimmt, die Hornblende an Menge abnimmt oder ganz verdrängt wird, und andererſeits, warum ſich mit der Abnahme der Hornblende und der Zunahme von Glimmer zugleich auch Quarzkörner einſtellen. Durch alle dieſe Verhältniſſe werden eine Menge Uebergangsſtufen vom Syenit zum Granit und Gneiß hervorgerufen, wie weiter unten gezeigt werden ſoll. Aber eben in dieſen

§. 172. Verhältniſſen liegt auch der Grund, daß er ſich in ſeinem Ausſehen bald dem **Syenitgranite**, von welchem er aber gerade durch Mangel an Quarz unterſchieden iſt, bald auch dem **Diorite**, in welchem aber in der Regel kein Orthoklas und auch eine größere Menge Hornblende vorhanden iſt, nähert.

2) Der chemiſche Gehalt des Syenites beträgt im Mittel: 58,37 Kieſelſäure, 19,21 Thonerde, 8,27 Eiſenoxydul, 5,66 Kalkerde, 2,91 Magneſia, 3,20 Kali, 2,42 Natron und Spuren von Waſſer. — Das ſpec. Gewicht im Allgemeinen 2,75 — 2,90.

2) Abarten und Uebergänge: Theils durch Mineralarten, welche ſich in dem Gemenge des Syenites einfinden und einen oder den anderen ſeiner weſentlichen Gemengtheile zurückdrängen, theils auch durch Abänderung ſeines körnigen Gefüges entſtehen aus dem Syenite mehrere Geſteinsarten, welche theils nur als locale Erſcheinungen, theils aber auch als weit verbreitete, ſelbſtſtändige Felsmaſſen auftreten. So entſtehen

a. durch andere Mineralarten, welche in dem Syenitgemenge auftreten und herrſchend werden:

1) der Syenitgranit (ſiehe Abarten des Granites S. 473);

2) der Glimmerſyenit, in welchem viel Glimmer und ſehr wenig Hornblende vorhanden iſt;

3) der Miascit oder Elaeolithſyenit, ein Orthoklas, Hornblende, ſchwarzen Glimmer und fettig glänzenden, blaugrauen Elaeolith und auch wohl Sodalith haltiger Syenit. In großen Maſſen im Ilmengebirge bei Miask. Ein naher Verwandter deſſelben iſt der aus Orthoklas, Hornblende und Elaeolith beſtehende Foyait vom Berg Foya in Portugal und der aus Sodalith, Orthoklas, Oligoklas, Cancrinit, Elaeolith, Hornblende und Glimmer beſtehende Ditroit von Ditro in Siebenbürgen.

4) der Zirkonſyenit, ein groß- oder grobkörniges Gemenge von fleiſchrothem, glänzendem, nicht ſelten auch blau, grün und gelb ſchillerndem, Orthoklas, fettglänzendem, grünlich- oder bläulichgrauem Elaeolith, nelkenbraunem, tetragonalſäulenförmigem Zirkon und etwas ſchwarzer Hornblende. Außer dieſen weſentlichen Gemengtheilen noch mit einer großen Zahl unweſentlich beigemengter Mineralien, welche theils aus der Umwandlung ſeiner weſentlichen Gemengtheile ſtammen, ſo Magneſiaglimmer, Strahlſtein, Epidot, Chlorit, Granat, Wernerit, Olivin, Rutil, Titanit, Eiſenglanz, Magneteiſenerz, Calcit, Wollaſtonit, Apophyllit, Analcim, Desmin, Apatit, Flußſpath, theils als fremde Einſchlüſſe zu betrachten ſind, ſo der Moſandrit, Pyrochlor, Eukolith, Yttrotantalit, Thorit u. ſ. w. — Vorzugsweiſe bei Frederikswarn und Laurwig in Norwegen, bei Asby in Dalarne (Schweden), auf der Inſel Seiland in Weſtfinnmarken, und am Cap Comfort und Kittikſut in Grönland.

b. durch Aenderung des Gefüges:

1) der Syenitgneiß, in welchem die Gemengtheile lagenweiſe vertheilt erſcheinen, ſei es nun, daß der Orthoklas in parallel

verbundenen Tafellagen auftritt, zwiſchen denen die Hornblende- §. 172.
Individuen vertheilt liegen, ſo daß das Geſtein im Querbruch ſchwarz und röthlichweiß gebändert erſcheint, (z. B. im Plauenſchen Grunde bei Dresden und bei Robſchütz im Triebiſchthale), ſei es, daß in glimmerreichen Syeniten der Glimmer mit der Hornblende parallele Lagen bildet, zwiſchen denen der Orthoklas in körnigem Gemenge mit wenig Hornblende auftritt (z. B. am Odenwald und im Bayerwalde);

2) der porphyrartige Syenit, bei welchem in einem feinkörnigen Syenitgemenge große röthlichweiße, glänzende, Orthoklaskryſtalle, welche oft (z. B. bei Bad Liebenſtein am Thüringer Walde) von einer braunrothen, matten Oligoklasſchale umhüllt ſind, liegen (z. B. bei Zelle und Mehlis am Thüringer Walde, im Triebiſchthale bei Meißen u. ſ. w.). Bei ganz dicht werdender Grundmaſſe geht derſelbe in Syenitporphyr (ſ. Nr. 29) über.

3) Unweſentliche Beimengungen. — Außer den ſchon bei den Abarten angegebenen Beimengungen, Elaeolith, Sodalith und Zirkon, und den beim Zirkonſyenite erwähnten Umwandlungsproducten des Feldſpathes ſind hier noch beſonders als ſehr häufige Beimengungen zu nennen der Titanit, welcher in kleinen, gut ausgebildeten, honiggelben oder gelbbraunen, ſtark glänzenden Kryſtallen faſt immer einen treuen Begleiter der Hornblende bildet, ferner Eiſenkies und endlich das Magneteiſenerz, welches höchſt wahrſcheinlich ein Zerſetzungsproduct der Hornblende iſt und theils in Körnern und Neſtern im Syenit ſelbſt auftritt, theils ausgedehnte Lagermaſſen im Syenitgebiete bildet (z. B. am ſchwarzen Kreuz bei Veſſer am Thüringer Walde, bei Hackedal und Hurdal in Norwegen, in Canada, Arkanſas und New Jerſey).

4) Ablagerungsformen und Verwitterung. Wie der Granit, ſo beſitzt auch der Syenit keine Schichtung; wenn auch bei dem Syenitgneiß oder Syenitſchiefer in Folge ſeiner Schieferbildung eine platten- oder tafelförmige Ablagerungsweiſe zum Vorſchein kommt, ſo iſt dieſe doch keine wirkliche Schichtung. Ebenſo bildet er wie der Granit weit ausgedehnte Lagermaſſen zwiſchen geſchichteten Geſteinen, ſo zwiſchen den Urſchiefern (laurentiniſchem Gneiße, Glimmer-, Urthon- und Hornblendeſchiefern, ſo z. B. im Böhmiſch-Bayeriſchen Walde, in Schottland, Skandinavien, Canada und New Jerſey), aber auch Stöcke und Gänge, welche ihre Nebengeſteine von unten nach oben durchſetzen und ſich dann noch über den letzteren in Decken ausbreiten. Ferner gleicht er auch in ſeinen Felsbildungen und Felstrümmern dem Granit; nur treten bei ihm mehr die Säulenbildungen als die wollſackähnlichen Abſonderungen hervor. Bei ſeiner Verwitterung endlich bemerkt man im Allgemeinen denſelben Verlauf wie beim Granite; da aber, wo ſeine Felsmaſſen nicht vorher erſt auf mechaniſche Weiſe zu Grus zerkleinert worden ſind, wo alſo der chemiſche Proceß der Verwitterung ſich gleich von vorn herein an der nackten Felsſtirne des Syenites geltend macht, bildet ſich aus der zuerſt erfolgenden Verwitterung des Feldſpathes eine weiße Kaolinrinde, aus welcher die ſchwer zerſetzbaren Hornblendekryſtalle wie kleine ſchwarze Warzen

§. 172. oder Pflöcke hervorragen. Dadurch nun, daß Regen die eben gebildete Kaolinrinde abwäſcht und ſich an der bloßgelegten Felsfläche eine neue bildet, welche wieder abgewaſchen wird, werden am Ende die Hornblendeſäulchen ſo bloßgelegt, daß ſie nun auch mit abgefluthet werden und ſich nun am Fuße der verwitternden Syenitfelsmaſſe mit dem daſelbſt angeflutheten Kaolinſchlamme mengen und dann bei ihrer endlichen Zerſetzung durch die aus ihnen ausgeſchiedene kieſelſaure Magneſia und das ebenfalls frei gewordene Eiſenoxydhydrat in Walkerthon umwandeln.

5) Hauptlagergebiete: — Auch in ſeinen Lagerungsverhältniſſen ſtimmt er im Allgemeinen mit dem Granite überein, obwohl er nicht überall zugleich mit dieſem zuſammen vorkommt. Demnach liegt der Hauptſchauplatz ſeiner grotesken Felsbildungen namentlich im Gebiete des Gneißes, Glimmerſchiefers, Thonſchiefers und der Uebergangsformationen, und fällt die Hauptperiode ſeiner Emporhebung aus dem Erdinnern in die Zeit von dem Ende der Uebergangsformation bis zum Beginne der Zechſteinformation. Er hat indeſſen bei weitem nicht ein ſo umfangreiches Verbreitungsgebiet, als der Granit; vielen Gebirgsketten fehlt er ganz; wo er aber auftritt, da zeigt er ſich gewöhnlich in irgend einem Verbande mit dem Granite.

In den Vogeſen bildet der Syenit mächtige Stöcke, welche vom Windſteine bis zum Ballon de Giromagny in der Richtung von Nordnordoſt nach Südſüdweſt hinter einander liegen und theilweiſe gangartig aus dem Granite hervorragen (vorzüglich ſchön am Ballon d'Alsace und dem Ballon de Servance als porphyriſcher Syenit).

Im Schwarzwalde und im Odenwalde, vorzüglich bei Weinheim und Auersbach.

Im Thüringer Walde in dem beim Granite ſchon erwähnten Gebiete am ſüdlichen Abhange des Gebirges, namentlich bei Brotterode, bei Mehlis und am Ehrenberg bei Ilmenau.

Im Fichtelgebirge bei Erbendorf. (?)

Im Gneißgebiete Böhmens bei Eule, Klattau.

Im Erzgebirge: Plauenſcher Grund und Zitzſchewig, wo der Syenit Kalkſteinlager einſchließt, bei Dresden, Robſchütz im Triebiſchthale; Naußtadt unweit Meißen, wo Granitgänge im Syenit aufſetzen. „Der Syenit erſcheint an den genannten Orten Sachſens, ſowie überhaupt im Elbthale als der weſentliche Theil der großen Granitdecke, welche ſich von dort aus bis nach Görlitz verfolgen läßt."

Aus dem Gneißgebiete der Sudeten iſt nur Burkersdorf zu erwähnen.

In Mähren zwiſchen Brünn, Znaim und Blansco, wo er ſehr viel Titanit enthält. „Dieſe Syenitinſel hat von Boskowitz bis Kienitz eine Länge von 10 Meilen und in ihrer Mitte, bei Brünn ſelbſt, eine Breite von 2 Meilen.

In Ungarn namentlich das Hodritſchthal und die Gegend von Schemnitz.

„Im Banate bildet der Syenit bei Oravicza, Dognacska, Szaſzka und Moldawa (nach Martini) langgeſtreckte Stöcke von zum Theil mehreren 1000 Fuß Mächtigkeit, welche zum großen Theile mit Kalkſtein in Contact ſtehen und an ihren Gängen von merkwürdigen Granat- und Erzlagerſtätten begleitet werden."

In Finnland die Gegend von Wiborg; zwiſchen Saſſi und Rantiola ꝛc.

In Norwegen bildet der Syenit am Ullern-Aaſen unweit Chriſtiania veräſtelte Gänge im Uebergangsſchiefer.

In Schottland bildet er im Glentilt ganz wie der Granit netzartig

verzweigte Gänge im Uebergangskalk und im Thonſchiefer; aber auf der Hebriden-Inſel Skye hat der Syenit (nach Macculloch) den grauen dichten Liaskalkſtein (ſo am Ben-na-Charn) durchſetzt und denſelben auf weite Diſtancen von den Contactflächen in weißen kryſtalliniſch-körnigen Marmor umgewandelt. — Auf der Inſel Arran bricht er mit Granit wieder aus Sandſteinen und Schiefern hervor, welche wegen ihres Gehaltes an Pflanzenreſten, an Productus und Spirifer zur Steinkohlenformation gehören.

Die eben mitgetheilten Erfahrungen beſtätigen alſo, daß der Syenit ganz ähnlich wie der Granit am meiſten im Gebiete des Gneißes, Glimmer- und Thonſchiefers, ſowie der Uebergangs- und Steinkohlenformation, bald in Gängen und Adern, bald in Lagern und Stöcken vorkommt.

Der Erwähnung werth iſt endlich noch, daß

1) der Syenit bisweilen von Granitgängen durchſetzt wird, ſo in der Gegend von Meißen oder zwiſchen Belchertown und Ludlow in Maſſachuſetts, wo nach Hitchcock der Syenit von ſo zahlreichen Granitgängen durchſetzt wird, daß er in lauter polyedriſche Körper zerſtückelt erſcheint (vgl. Naumann's Geogn. II. 267);

2) der feinkörnige Syenit Maſſen von grobkörnigem Syenit durchſetzt: So (nach Leonhard's geogn. Skizze des Großh. Baden 22) bildet ein ſehr feinkörniger Syenit einen 3½ Fuß mächtigen Gang im porphyrartigen Syenit am Geyersberg unweit Hemsbach im Odenwalde und umſchließt Bruchſtücke von dem letzteren Syenite.

29. Syenitporphyr. §. 173

(Nach G. Roſe; Porphyrit Naumann's z. Th. — Quarzfreier Orthoklasporphyr Zirkel's und Rothe's).

1) Beſtand: Eine ſehr feinkörnige oder dichte, dunkelbraunrothe, dunkelgraue oder auch dunkelgraugrüne, ſyenitiſche, quarzfreie, feldſpathreiche, Grundmaſſe umſchließt zahlreiche, oft große, ſtark glänzende, gewöhnlich röthliche, Orthoklaskryſtalle und außerdem kleine, wenig oder nicht glänzende, grünlich oder graulichweiße, zwillingsſtreifige Oligoklaskryſtalle, (welche indeſſen nicht ſelten auch fehlen), kleine ſchwarze Hornblendeſäulchen und oft auch ſchwarzbraune Magneſiaglimmerblättchen, aber **niemals Quarzkörner.**

Die norwegiſchen Syenitporphyre hat Kjerulf („Chriſtiania-Silurbecken," 1855) genau unterſucht. Nach ihm enthalten dieſe Porphyre: 56 — 59,86 Kieſelſäure, 18 — 20,36 Thonerde, 7,58 bis 5,14 Eiſenoxydul, 3,45 — 4,40 Kalkerde, 3,54 — 1,14 Magneſia, 3,66 — 3,28 Kali, 5,01 — 4,36 Natron, eine Zuſammenſetzung, welche nach Roth darauf hinweiſt, daß Syenite ſich porphyriſch entwickelt haben.

2) Unweſentliche Gemengtheile: Der norwegiſche und thüringiſche Syenitporphyr umſchließt bisweilen Mineralien, welche als Zerſetzungsproducte der Hornblende, — ſo Magneſiaglimmer, Chlorit, Epidot, Flußſpath, Calcit, Manganſpath, Eiſenglanz, Magneteiſenerz und Eiſenkies, — oder des Oligoklas, — ſo Natrolith, Prehnit und Apophyllit, — oder des Elaeolithes (Nephelins), — ſo der in unreingrünen, ſechsſeitigen Säulen im Orthoklas-Porphyr von Predazzo in Südtyrol auftretende Liebenerit, — zu betrachten ſind.

§. 173. 3) Abarten: Von dem Syenitporphyre laſſen ſich folgende Abarten aufſtellen:

a. eigentlichen Syenitporphyr, deſſen dunkelgrüngraue Grundmaſſe ein wirkliches ſyenitiſches Gemenge iſt. Je nach den Einſchlüſſen deſſelben läßt ſich unterſcheiden:

1) Hornblende einſchließenden Syenitporphyr oder Hornblendetrapp, deſſen Grundmaſſe neben Orthoklaskryſtallen auch ſchwarze Hornblendeſäulen und auch einzelne Glimmerblätter umſchließt;

2) Glimmer-Orthoklasporphyr (Glimmertrapp, auch mancher Kerſanton), deſſen Grundmaſſe keine Hornblendekryſtalle, aber zahlreiche Magneſiaglimmerblätter (— Umwandlungsproducte der Hornblende —) umſchließt;

3) manche Minette (ſiehe Anhang zum Syenitporphyr).

b. Quarzfreie Orthoklasporphyre (Porphyrit), deren Grundmaſſe faſt oder gar keine Hornblende enthält, vorherrſchend aus Orthoklas nebſt Oligoklas beſteht, fleiſch- oder braunroth iſt und namentlich Orthoklaskryſtalle, bisweilen aber auch grünen Epidot (zerſetzte Hornblende), umſchließt. Von dieſem, hauptſächlich in Südtyrol auftretenden, Porphyre iſt nun wieder eine Abart der Orthoklas-Liebenerit-Porphyr, welcher grünlichgrauen Liebenerit (zerſetzten Elaeolith) enthält.

4) Hauptlagergebiete: Das Hauptlagergebiet des Syenitporphyrs iſt im ſüdlichen Norwegen zu ſuchen, wo er mächtige Gänge (z. B. bei Chriſtiania) und Decken in der Grauwackeformation (z. B. in Ringerige) bildet. Aber auch im Gebiete der Steinkohlen und des unteren Rothliegenden iſt er in der Umgebung von Ilmenau am Thüringer Walde zu finden. Endlich erſcheint er maſſig entwickelt in Südtyrol, ſo in der Umgebung von Botzen und Predazzo. — Außerdem gehört höchſt wahrſcheinlich hierher der Porphyr von Meißen und von Potſchappel bei Dresden.

5) **Anhang:** 29a. Minette. (Nach Voltz; ein bergmänniſcher Namen).

1) Beſtand: Dunkelgraue, röthlich- bis ſchwärzlichbraune, feldſpathreiche Grundmaſſe, in welcher ſehr viel ſchwarzbraune Magneſiaglimmerblättchen (— Zerſetzungsproducte von Hornblende, welche ſich auch nicht ſelten noch halb zerſetzt vorfindet —) und meiſt undeutliche Orthoklastäfelchen eingewachſen liegen.

a. Die, durch Säuren etwas angreifbare und im Mittel 50 — 65 Proc. Kieſelſäure haltige, Feldſpathmaſſe enthält in der Regel ſoviel Glimmerblättchen, daß der Porphyrcharakter des Geſteines faſt verſchwindet und das Gefüge ſchuppig-körnig wird. Sowohl der Feldſpath wie der Glimmer gruppiren ſich bisweilen ſo, daß ſie Knötchen oder Kügelchen bilden.

b. Die Maſſe der Minette beſitzt ein ſpec. Gewicht = 2,65 — 2,70; ſchmilzt ſehr leicht und brauſt meiſtens bei ihrer Verwitterung mit Säuren auf.

2) Deleſſe unterſcheidet folgende Abarten: porphyrartige, welche reich an größeren Feldſpathkryſtallen iſt; dichte; poröſe; gefleckte

mit Poren voll Grünerde; ſchiefrige oder ſchuppige, in welcher der Glimmer lagenweiſe vertheilt iſt; kugelige oder ſphärolithiſche Minette, in welcher der Feldſpath kleine Kügelchen bildet.

3) Vorkommen: Die Minette bildet vorherrſchend Gänge namentlich im Granit, Gneiß und in der Devonformation, ſo in den Vogeſen (Gegend von Remiremont, Niedermorſchwir, Saint Gilles, Servance, Chateau-Lambert, Faucognei, Schirmek) u. a. O. in Frankreich; im Odenwalde bildet ſie ſehr zahlreiche Gänge, z. B. bei Ziegelhauſen, Heiligkreuz, Weinheim, Sulzbach, Hemsbach, Ober- und Unter-Laudenbach; im Schwarzwalde tritt ſie bei Kappel unweit Freiburg im Gneiß und bei Albbruck unweit Baden im Granit auf; in Sachſen zeigt ſich endlich der Glimmertrapp Naumann's, als Vertreter der Minette, bedeutende Schollen theils in den Grauwackeſchiefern, theils im Gneiße, ſo bei Metzdorf, Leubsdorf und Borſtendorf, bei Zethau, Voigtsdorf, Pfaffrode, Sayda, Mildenau, Mauersberg und Streckenwalde zwiſchen Marien- nnd Annaberg u. ſ. w.

b. Sanidingeſteine.

Allgemeiner Charakter: Jüngere vulcaniſche Felsarten, welche ſowohl in ihren mineraliſchen Gemengtheilen, wie in ihren phyſiſchen Eigenſchaften und ihrer chemiſchen Zuſammenſetzung, ja oft auch in ihrem äußeren Anſehen dem Granit, Syenit und Felſitporphyr nahe verwandt ſind, aber ſich von dieſen letztgenannten Felsarten ſcharf dadurch unterſcheiden, daß ſie Sanidin ſtatt Orthoklas enthalten und vorherrſchend im Gebiete der jüngeren Erdrindeformationen auftreten. §. 174.

1) Der Sanidin, ein durch vulcaniſche Schmelzung veränderter, Natron haltiger, Orthoklas tritt gewöhnlich in rechteckigen Säulen oder auch in ſechsſeitigen Tafeln auf, welche denen des eigentlichen Orthoklaſes ſehr ähnlich ſind und auch, wie die Kryſtalle des letzteren häufig Zwillinge nach dem Karlsbader Geſetze bilden. Indeſſen erſcheinen ſeine Kryſtalle an ihrer Oberfläche gewöhnlich geritzt und auf ihren Spalt- und Bruchflächen ſehr ſtark glaſig glänzend und faſt wie geſprungenes Glas ausſehend. Und ebenſo zeigen ſich die aus ihren körnigen Individuen vorherrſchend zuſammengeſetzten Felsmaſſen meiſt mehr oder weniger porös und mit ſcharfen Sanidinſpitzen beſetzt, weshalb ſie namentlich im friſchen Bruch faſt ausſehen, wie eine mit Glasſand beſtreuete Fläche und ſich auch wie dieſe ſcharf und rauh (— daher ihr Name: „Trachyt," vom griechiſchen: τραχύς, rauh, nach Hauy —) anfühlen laſſen.

2) Mit dem Sanidine erſcheinen im Verbande Oligoklas, aber nicht immer, ſchwarzer Glimmer und Hornblende. Quarz zeigt ſich namentlich in den Orthoklas reichen und Glimmer haltigen, granit- und felſitporphyrartigen Trachyten; in den Sanidin und Hornblende haltigen, aber glimmerarmen, ſyenit- und ſyenitporphyrartigen Trachyten dagegen fehlt er.

3) Die vorherrſchende Farbe der hierher gehörigen Felsarten iſt grau ins Weißliche, Gelbliche oder Röthliche, oder auch braunroth; beim Phonolith aber dunkelgrünlichgrau.

§. 174. **Berg- und Felsformung der Sanidin reichen Felsarten.** — Die hierher gehörigen Felsarten bilden vorherrschend kuppen-, glocken- und kegelförmige Berge, welche sich entweder einzeln aus ihrer Umgebung erheben oder reihen- und gruppenweise, wie kleine Gebirgsgruppen, theils auf den Hochplateaus massiger Erdrindeanschwellungen, theils auch an den Rändern anderer Gebirge da, wo ehedem Binnenmeere ihren Sitz hatten, hervortreten. Ihre Felsmassen steigen oft sehr prall und steil aus den sie umgebenden Thälern hervor, nicht selten aber erheben sie sich auch sanft ansteigend, dann aber gewöhnlich mit Trümmern zerstörter Felsmassen bedeckt. Diese letzteren selbst nun zeigen sich im Allgemeinen massig, oft aber auch in Bänke, Platten und selbst Schiefer oder auch in Pfeiler und Säulen abgesondert, welche bald senkrecht aufgerichtet stehen, bald strahlig auseinander gehen, bald sehr regelmäßig 4- bis 7kantig, bald mehr cylindrisch erscheinen und nicht selten concentrisch schalig abgesondert sind. In einzelnen Fällen bilden sie auch stromartige Decken.

Eine schöne Trachytberggruppe, in welcher man zugleich die verschiedensten Sanidingesteine und deren Fels- und Bergbildungen beobachten kann, bildet das Siebengebirge. Am Stenzelberge in demselben bemerkt man auch schön entwickelte Felscylinder mit schaliger Absonderung. — Sehr schöne Bildungen von, oft nur einige Zoll dicken, Säulen kommen am Gipfel des Mont Dore und auf der Insel Ponza vor. An der Nordküste der Insel Palmarola bilden 100—200 Fuß hohe Trachytporphyrsäulen eine prächtige Halle. — An der Milseburg auf der Rhön tritt der Phonolith sowohl in regelrecht abgesonderten Platten und Schiefern wie auch in Pfeilern auf und ebenso bildet er an der Rhön zwischen der Milseburg, der Steinwand und dem Teufelsbad Ströme; dasselbe ist der Fall am Todtenberg bei Kostenblut in Böhmen und im Velay an der Südseite des Mesene. Aber auch die Trachyte bilden Ströme im Cantal und Mont Dore.

Verwitterung und deren Producte. — Nicht leicht tritt bei einer anderen Felsart der Einfluß des Gefüges und der Gemengtheile auf die Umwandlung und Zersetzung ihrer Gesteinsmasse so deutlich hervor wie bei den Sanidin reichen Felsarten. Denn diese Felsarten verwittern:

schneller,	langsamer,
1) wenn sie porös, zellig oder rissig sind;	1) wenn sie feinkörnig oder sehr dicht sind;
2) wenn sie quarzfrei;	2) wenn sie quarzhaltig sind;
3) wenn sie keine Hornblende enthalten;	3) wenn sie hornblendereich sind;
4) wenn sie neben Kalinatronsanidin viel Oligoklas besitzen;	4) wenn sie keinen Oligoklas, aber viel Kalisanidin haben;
5) wenn sie neben ihrem Feldspath auch noch Nephelin und Natrolith enthalten;	5) wenn ihre Hauptmasse vorherrschend aus kieselsäurereichem, kalkarmem Feldspath besteht.

Sind nun die hierher gehörigen Felsarten porös, zellig, rissig oder in mehr oder weniger aufgerichtete Schalen, Schiefer oder Platten abgesondert und dabei kalkoligoklasreich und quarzarm, so sind sie den Einwirkungen der Atmosphärilien stets geöffnet. Unter diesen Verhältnissen wird stets der Oligoklas zuerst angegriffen, wie man deutlich an den zugleich Sanidin und Oligoklas haltigen Trachyten bemerken kann; denn während der Sa-

nidin derſelben noch friſch, glänzend und hart erſcheint, zeigt ſich der Oligoklas matt, an der Oberfläche erdig, ſo daß man ſeine Zwillingsſtreifung nicht mehr erkennen, und oft ſo weich, daß man ihn mit dem Meſſer leicht ritzen kann. Enthält aber ein hierher gehöriges Geſtein auch Nephelin oder ein zeolithiſches Mineral, wie dieſes beim Phonolith der Fall iſt, dann geht die Verwitterung ſtets von dieſem aus.

Durch das Kohlenſäure haltige Meteorwaſſer wird zuerſt die Kalkerde und das vorhandene Natron ausgelaugt, ſo daß Kaolin zurückbleibt, welcher oft mit ausgeſchiedenem Kalkcarbonat und etwas Eiſenoxydhydrat untermiſcht als eine gelblichweiße Rinde die Geſteine überzieht. Die Auslaugungsproducte, Kalk, lösliche Kieſelſäure und baſiſches kieſelſaures Natron werden vom Waſſer in die Riſſe und Schieferſpalten des verwitternden Geſteines geführt und hier zur Bildung von Quarzdruſen, Opal, Calcit, Aragon u. ſ. w. benutzt, oft aber auch in die vom Waſſer durchzogene Geſteinsmaſſe wieder eingeſchoben, ſo daß durch ſie der Oligoklas oder Nephelin derſelben mannichfach umgewandelt und wohl zur Bildung von zeolithiſchen Mineralien, — Chabaſit, Meſotyp, Natrolith u. ſ. w. — angeregt wird, welche nun theils mit der Geſteinsmaſſe ſelbſt innig verbunden bleiben, theils in den Zellen und Abſonderungsſpalten derſelben Ueberzüge und Druſen bilden.

Die ſo in der Zerſetzung begriffenen Geſteinsmaſſen zeigen ſtets auch eine Farbenveränderung; die weiß- oder dunkelgrau gefärbten werden weiß, gelblich oder auch beim Vorhandenſein von Glimmer lichtröthlichbräunlich, die dunkelgrüngrauen dagegen werden unrein gelblichgrün und zuletzt an ihrer Oberfläche weiß. Dabei ändert ſich auch ihre Cohärenz; die quarz- und ſanidinreichen werden an ihrer Oberfläche ſandſteinähnlich, die quarzloſen und oligoklasreichen aber theils erdig, theils blättrig oder ſchiefrig. Haben ſie nun eine trockene, luftige Lage, dann behalten ſie trotz der Lockerung ihres Gefüges noch lange den Zuſammenhalt ihrer Maſſe; an feuchter Lage jedoch werden ſie allmählich ſo mürbe, daß ſie in eine ſchüttige Maſſe zuſammenſtürzen, deren letztes Verwitterungsproduct ein gelblich-, graulich- oder röthlichweißer Thon iſt, welcher bei Quarz haltigen Sanidingeſteinen mit Quarzkörnern, Sanidinſplittern und auch wohl Hornblendenädelchen mehr oder weniger untermengt erſcheint, bei den quarzloſen Geſteinen dagegen fettig und ſchmierig iſt, wenn er keinen Kalk enthält; iſt aber dieſes letzte der Fall, dann bildet er eine mürbe, beim Austrocknen pulverige Mergelthonkrume.

a. Quarzhaltige Sanidingeſteine.
(Verwandte des Granit, Felſit und Felſitporphyres).

30, 31 und 32. Ryolith oder Quarztrachyt. §. 175.
(Liparit nach Roth; felſitiſcher Ryolith nach von Richthofen; Trachytporphyr).

1) Beſtand: feinkörnig-kryſtalliniſche oder ſcheinbar dichte, — ſehr häufig auch zellige, poröſe, riſſige und rauh anzufühlende, — aus einem innigen Gemenge von Sanidin und Quarz beſtehende, alſo felſitiſche, Maſſe von vorherrſchend weißer, hellgrauer,

§. 175. gelblich- oder grünlichweißer, oft auch lichtbräunlichröthlicher Farbe, und ſehr oft auch mit eingewachſenen kryſtalliſirten Mineralien von denjenigen Arten, welche auch die Grundmaſſe zuſammenſetzen. — Ihr ſpec. Gewicht durchſchnittlich 2,5 — 2,6, alſo ähnlich dem Granite.

a. Eigenſchaften der Hauptmaſſe.

1) Dieſe Maſſe iſt der Grundmaſſe des Felſitporphyres oft ſo ähnlich, daß man ſie, zumal wenn keine deutlich hervortretenden Sanidinkryſtalle in ihr vorhanden ſind, leicht mit Felſit verwechſeln kann. In vielen Fällen giebt dann ihr glasglitzerndes Anſehen bei auffallendem Sonnenlichte, und ihre ſcharfrauh (— wie Glaspapier —) anzufühlende Oberfläche noch ein gutes Erkennungsmittel ab. — Bisweilen iſt dieſe trachytiſche Maſſe auch hornſtein- oder pechſteinähnlich, graulichrothbraun, wachs- oder pechglänzend (— ſo beim Trachytpechſtein —) oder perlgrau, wachs- und glasartig glänzend, wie beim Perlit, in welchen auch der Trachyt, wenn in ſeiner Maſſe zahlreiche Sphärolithkügelchen eintreten, übergeht (— ſo beim Trachytperlit —), oder endlich thonſtein- oder porzellanähnlich, wachs- oder ſchwach fettiggläzend, im Bruche muſchelig (— ſo beim Lithoidit von Richthofens oder lithoidiſchen Quarztrachyt Zirkels —).

2) Die Hauptmaſſe des Quarztrachytes beſteht im Mittel nach Zirkel aus: 75 — 77 Kieſelſäure, 12 — 12,5 Thonerde, 1,5 — 2 Eiſenoxyd und Oxydul, 1 — 1,5 Kalk, 0,3 — 0,5 Magneſia, Kali und Natron 7 — 9. Es hat demnach der chemiſche Gehalt dieſes Trachytes die größte Aehnlichkeit mit der Zuſammenſetzung des Granites und Felſitporphyres, von denen nach Roth:

	der Granit	der Felſitporphyr
Kieſelſäure:	72,	74,
Thonerde:	16,	12 — 14,
Eiſengehalt:	1,5,	2 — 3,
Kalk:	1,5,	1,5,
Magneſia:	0,5,	0,5,
Kali und Natron:	9,	7 — 9,

beſitzt.

3) Der Quarz iſt bei dem dichten Trachyte in der Geſteinsmaſſe ſo fein zertheilt, daß man ihn meiſt nur unter dem Mikroſkope bemerken kann. Am erſten findet man ihn dann noch in der aus der Verwitterung dieſes Trachytes entſtandenen thonigen Erdkrume, ſei es durch Schlämmen, ſei es durch Reiben auf einer Glastafel, welche von der Erde umſomehr geritzt wird, je mehr Quarztheile in ihr vorhanden ſind.

b. Natur der aus der Grundmaſſe ausgeſchiedenen Mineralarten. — Die eben beſchriebene Trachytmaſſe kommt zwar oft für ſich allein vor; häufig aber haben ſich auch einzelne ihrer Gemengtheile zu größeren Kryſtallen und Kryſtallkörnern entwickelt, welche

dann in der Grundmasse eingebettet liegen und so den gemeinen dichten Quarztrachyt in Quarztrachytporphyr umwandeln; ja in einzelnen Fällen erscheinen sämmtliche Gemengtheile der Trachytmasse so ausgebildet, daß diese letztere ein wirklich körnig-krystallinisches, deutliches, dem Granite oder Syenitgranite ähnliches, Gemenge von Sanidin, Quarz und Glimmer (nebst Hornblende) darstellt. — Ueber die aus der Trachytmasse ausgeschiedenen krystallinischen Minerale ist nun im Besonderen noch Folgendes zu bemerken: §. 175.

1) Der schon im §. 174 näher beschriebene Sanidin tritt in der Regel nur in kleinen, im Querbruch sehr stark glasigglänzenden, Säulen und Zwillingstafeln auf. Nach von Richthofen nimmt die Zahl seiner Individuen an Größe und Menge umsomehr ab, je quarzreicher die Trachytmasse ist. In dieser Beziehung stimmt der Quarztrachyt ganz mit dem Felsitporphyr überein.
2) Neben dem Sanidin tritt nicht selten, aber immer nur untergeordnet, nadelförmiger, graulichweißer, matter, stark zersetzter, Oligoklas auf.
3) In den sanidinreichen, quarzarmen Trachyten zeigt sich auch in manchen Gegenden, z. B. in Oberungarn und Neuseeland, schwarzer Magnesiaglimmer in Krystallblättchen. v. Richthofen hat in dem Trachyte von Abrudbánya in Siebenbürgen auch weißen Glimmer gefunden.
4) Endlich machen sich auch hie und da in ungarischen und siebenbürgischen Quarztrachyten einzelne kleine, schwarze Hornblendesäulen bemerklich. Und v. Hochstetter hat in dem Quarztrachyte am Mount Misery in den Malvern-Hills auf der Südinsel von Neuseeland zahlreiche, braunrothe, Granatkörner gefunden.

2) Abarten: Theils nach seinem Gefüge, theils nach der Art der in seiner Masse hervortretenden Mineralarten kann man mit Zirkel folgende Abarten des Quarztrachytes aufstellen:

1) Granitischer oder krystallinisch-körniger Trachyt (Nr. 30): Deutliches, krystallinisches Gemenge von vorherrschendem, weißgrauen, wenig glänzenden, tafelförmigen, Sanidin mit glasglänzenden, wasserhellen Quarzkörnern und wenig schwarzem Glimmer. Nach v. Hochstetter auf der Insel Mokoia im Rotorua-See auf der Nordinsel von Neuseeland. Nach Zirkel kommen am Biti beim Vulcan Krafla in Island Auswurfsblöcke vor, welche aus einem Gemenge von zarten, weißen, durchscheinenden Feldspathblättchen, Quarzkörnern und langen dünnen Hornblendenadeln bestehen und von Forchhammer als eine einfache Feldspathart betrachtet und Krablit oder Baulit genannt wurden. — Endlich hat G. vom Rath einen körnigen Trachyt vom Monte Amiata in Toscana beschrieben, welcher aus einem granitähnlichen Gemenge von vorwaltendem, farblosen oder weißen Sanidin in bis zollgroßen Krystallen, schwärzlichen Magnesiaglimmerblättchen, wenig Oligoklas und sehr kleinen, lauchgrünen Augitkrystallen, außerdem lichtgrauen, glasartigen Körnern (von Quarz?) bestehen.

§. 175. 2) Felſitiſcher oder dichter Quarztrachyt: Sehr feinkörniges oder dichtes, mattes, aſchgraues oder röthliches oder auch gelbliches, felſitartiges Geſtein, welches die Grundmaſſe des Trachytporphyrs bildet und, wie der eigentliche Felſit, entweder ſehr quarzreich und dann hornſteinähnlich, oder ſehr quarzarm und dann thonſteinähnlich erſcheint (ſ. §. 170 den Felſitfels). Seine Maſſe iſt ſehr häufig zellig und blaſig (— ſo z. B. beim ſogenannten Mühlſteinporphyr Beudant's —). Die weitzelligen, quarzreichen Trachyte ſind häufig reich an Neſtern und Trümmern von Hornſtein und Jaspis oder an Mandeln von Quarz, Amethyſt und Chalcedon. — Bisweilen erſcheint auch der felſitiſche Trachyt durch parallel gelagerte Sanidintäfelchen in ähnlicher Weiſe wie der eigentliche Felſit in Platten, Schiefer und Schalen, welche nicht ſelten concentriſch ſchalig um einander gelegt erſcheinen, abgetheilt.

3) Lithoidiſcher Quarztrachyt oder Ryolith (Nr. 31), deſſen Maſſe porzellanartig, wachsig fettglänzend, kryptokryſtalliniſch bis glasartig erſcheint und nicht ſelten in abwechſelnd verſchieden gefärbte Blätter oder Lamellen abgetheilt ſind, ſo z. B. in Ungarn bei Telkibánya, Szántó, Göncz u. ſ. w. oder am Taupo-See auf der Nordinſel von Neuſeeland. Der lithoidiſche Trachyt zeigt Uebergänge in Pechſtein und Obſidian.

4) Porphyriſcher Quarztrachyt oder Ryolithporphyr (Nr. 31a), dem Felſitporphyr analog, mit einer felſitiſchen, lithoidiſchen oder auch deutlich kryſtalliniſchen Grundmaſſe von Quarztrachyt, in welcher

a. Kryſtalle von Quarz;

b. Kryſtalle von Quarz und Sanidin und auch wohl Oligoklas;

c. Kryſtalle von vielem Sanidin, auch wohl von Oligoklas, Glimmer und Hornblende, aber nicht von Quarz eingebettet liegen.

5) Sphärolithiſcher Quarztrachyt mit einer emailartig glänzenden, ſehr fein kryſtalliniſchen, graulichen, gelblichen oder röthlichen, Quarztrachytgrundmaſſe, in welcher kleine, matte, häufig ſtrahligfaſerige, Sphärolithkügelchen bisweilen in ſolcher Menge eingewachſen liegen, daß faſt die Grundmaſſe verſchwindet und das ganze Geſtein ein perlitähnliches Anſehen gewinnt. Ausgezeichnet nach v. Richthofen am Königsberg und Steinmeer bei Schemnitz.

6) Domit mit einer äußerſt feinkörnigen, matten, graulichweißen, faſt zerreiblichen und doch ſpröden Grundmaſſe, in welcher zahlreiche, kleine, glasglänzende, Oligoklaskryſtalle, tombackbraune Glimmerblättchen und wohl auch hie und da einzelne Hornblendeſäulchen eingewachſen ſind. Außerdem mit ſchönen Druſen von Eiſenglanz. — Nach Kosmann beſtehen die Feldſpathkryſtalle des Domit aus 63,23 Kieſelſäure, 21,76 Thonerde, 1,77 Eiſenoxyd, 0,69 Manganoxydul, 3,00 Kalk, 2,12 Kali, 7,20 Natron (alſo = Oligoklas); die reine Grundmaſſe aber 68,46 Kieſelſäure, 15,04 Thonerde, 2,46 Eiſenoxyd, 0,14 Eiſenoxydul, 0,08 Manganoxydul, 1,41 Kalk, 0,53 Magneſia, 4,52 Kali, 4,48 Natron, 2,01 Phosphorſäure, 0,29 Chlor und 0,16 Waſſer, eine Zuſammenſetzung, deren hoher Kaligehalt auf die Anweſenheit von Sanidin in der Grundmaſſe hindeutet, während ihr hoher Kieſelſäuregehalt das Vorhandenſein von Quarz, welchen Kosmann auch unter dem Mikroſkop wahrnahm, anzeigt. — Der Domit

findet sich vorzüglich in der Auvergne am Puy de Dôme, Puy de Sar- §. 175.
cony und Clierzou, außerdem auch in Ungarn.

3) Uebergänge: Wie eben schon angedeutet, so kann der Quarztrachyt dem Granit, Syenit, Felsit und Felsitporphyr durch Abänderung seines Gefüges sehr ähnlich werden, aber eigentliche Uebergänge in diese Felsarten zeigt er in Folge seiner Entwickelungsweise nicht; dagegen sind die lithoïdischen und sphärolithischen Quarztrachyte, — überhaupt die sogenannten Rhyolithe v. Richthofen's — mit ihren emailartigen, glasigen und schaumigen Abarten wohl als Uebergänge vom Quarztrachyte zu Pechstein, Perlit und Obsidian zu betrachten.

4) Ueber die Verwitterungs- und Felsabsonderungsweise des Quarztrachytes vergleiche das im §. 174 in der allgemeinen Beschreibung der Sanidingesteine Mitgetheilte.

5) Verbreitung und Hauptlagergebiete: Die Quarztrachyte bilden mit ihren meist kuppen-, dom- oder abgestumpft kegelförmigen Bergen wohl ansehnliche Berggruppen, aber wohl nirgends zusammenhängende Gebirgsmassen. Man hat ihre Massen in allen Erdtheilen, — Afrika etwa ausgenommen (?) — beobachtet, aber nur in Europa, Mexico und Neuseeland genauer untersucht.

A. In Europa treten sie vorherrschend auf:

1) in Ungarn, in welchem sie nach v. Richthofen's sorgfältigen Untersuchungen mit allen ihren rhyolithischen Entwickelungsstufen fünf, von Westen nach Osten fortstreichende, Berggruppen zusammensetzen, nemlich die von Schemnitz, von Vissegrad, von der Matra von Eperies-Tokay und von Vihorlat-Gutin; außerdem in Siebenbürgen die Gruppe der Hargitta und des Siebenbürgischen Erzgebirges. Unter den in diesen Gebieten auftretenden trachytartigen Gesteinen ist der am Kelemenhégy bei Oroszi, östlich von Bereghszász vorkommende Quarztrachyt mit ausgeschiedenem Quarze der am charakteristischsten entwickelte. — Ueberhaupt aber hat man nach v. Richthofen in Ungarn sowohl nach Bestand, wie nach Entstehungszeit, dreierlei trachytische Gesteinsarten zu unterscheiden, nemlich
   a. die sogenannten Grünsteintrachyte und grauen Trachyte, welche eigentliche Andesite und ihrer Entstehungszeit nach die ältesten Trachyte sind;
   b. die hyalinen Rhyolithe (Obsidian und Perlit), welche in Strömen den Andesiten auf Tritt und Schritt folgen;
   c. die eigentlichen Quarztrachyte, welche selbstständig Berge und Gebirge zusammensetzen und als die jüngsten der ungarischen Trachyte anzusehen sind.

   Von den siebenbürgischen Quarztrachyten unterscheidet Stache jüngere und ältere, welche er Dacite nennt und welche dadurch charakterisirt sind, daß in ihnen der Oligoklas (im Verband mit Hornblende) den Sanidin weit überwiegt oder ihn ganz verdrängt, so daß sie sich den Quarz-Andesiten nähern. Sie bestehen vorherrschend aus Quarz, Oligoklas, Hornblende und Glimmer und enthalten auch bisweilen Augit und Olivin und gehören daher wirklich zu den Andesiten (vgl. Nr. 37, Beschreibung des Andesites);
2) in Steyermark bei Bad Gleichenberg, wo graulicher Quarztrachyt mit rissigem Sanidin, violblauem Quarz und schwarzem Glimmer vorkommt;
3) in den Euganeen am Gipfel des Monte Venda;
4) auf den Ponzainseln bei Neapel (Ponza, Palmarola und Zanone);
5) auf den liparischen Inseln (Lipari, Vulcano und Basiluzzo);

6) im Siebengebirge (Rosenau und Berkum);
7) in der Türkei auf dem Rhodope-Gebirge (Ardathal);
8) im Esterelgebirge bei Fréjus im Dep. des Par, wo blauer Quarztrachyt nach Coquand die Kreide durchbricht.

B. Auf Island am Berg Baula, Fálkaklettr am Geitlandsjökull, Laugarfjall an den Geysirn und vielen anderen Orten.

C. In Mexico außerordentlich verbreitet und ebenso im Centrum der Nordinsel Neuseelands um den Taupo-See.

D. In Transkaukasien endlich stark entwickelt, ebenso am Pik Demavend im Süden des kaspischen Meeres.

β. Quarzfreie Sanidingesteine.
(Verwandte des Syenites und Syenitporphyres).

§. 176. **32 a und b. Sanidin- oder quarzloser Trachyt.**

1) Bestand: Dichte, rauhe oder auch poröse, gewöhnlich glanzlose, weiß-, asch- oder röthlichgraue, quarzlose und nur aus Sanidin oder aus diesem und zugleich Oligoklas bestehende Grundmasse, in welcher in der Regel Krystalle von Sanidin oder Oligoklas und außerdem schwarze Hornblendesäulchen und schwarzbraune Glimmerblättchen, aber nie Quarzkörner eingewachsen liegen.

Je nach dem Vorhandensein von Oligoklas unterscheidet man: Oligoklas freien und Oligoklas haltigen Sanidintrachyt.

a. Oligoklas freier Sanidintrachyt: Graue, dichte oder poröse, matte Grundmasse, in welcher kleinere und größere, graulichweiße, stark glänzende, an der Oberfläche rissige, aber nie zwillingsstreifige, Säulen und Tafeln von Sanidin, aber nie von Oligoklas, und außerdem sehr oft auch einzelne stark glänzende Säulen oder Nadeln von schwarzer Hornblende oder hexagonale Blätter von Magnesiaglimmer eingewachsen liegen. Sein spec. Gewicht beträgt im Allgemeinen 2,6.

Der chemische Gehalt umfaßt im Mittel: 62—63 Kieselsäure, 19,50 Thonerde, 5,50 Eisenoxydul, 1,85 Kalkerde, 0,75 Magnesia, 5,35 Kali, 4,83 Natron.

Unwesentliche Beimengungen sind in der Masse des Sanidintrachytes Magneteisenerz, Titanit und Sodalith, selten nur Augit und Olivin.

Im verwitterten Zustande klebt er an der feuchten Lippe und riecht beim Anhauchen thonig.

Als eine Abart dieses Gesteines ist Dechen's Laacher Trachyt zu betrachten. Diese Trachytart, welche in rundlichen Knollen in dem Tuffe der Umgebung des Laacher Sees zahlreich vorkommt, enthält in ihrer dichten oder porösen, grauen Grundmasse viele Gruppen und Krystalle von weißem, durchsichtigem Sanidin, Hornblende, Glimmer, Olivin, Titanit, Hauyn, bisweilen auch Augit, umschließt aber außerdem auch Brocken (Lesesteine) eines körnigen Sanidingesteines, welche sehr reich an den verschiedenartigsten Mineralien, — so an Augit, Hornblende, Albit, Oligoklas, Glimmer, Hauyn, Nosean, Nephelin, Mejonit, Orthit, Leucit, Olivin, Titanit, Magneteisenerz, Zirkon, Korund, Sapphir, Spinell, Cordierit,

Apatit, Granat, Staurolith, Stilbit u. ſ. w. — ſind (vgl. v. Dechen: „Geognoſtiſcher Führer zum Laacher See," 1864). §. 176.

Vorkommen: Lava vom Monte de Vico und Arſo auf Iſchia; Trachyt vom Monte Olibano bei Puzzuoli in Süditalien; Trachyt von Rabertshauſen im Großherzogthum Heſſen und vom Alsberg bei Schloß Bieberſtein auf der Rhön. Auch die Laven von der Azoreninſel San Miguel.

b. Oligoklas haltiger Sanidintrachyt: Feinkörnige oder dichte, rauh anzufühlende, hell- oder röthlichgraue, bisweilen auch rothbraune, quarzfreie, aus einem Gemenge von Oligoklas und Sanidin beſtehende und meiſt auch etwas Hornblende und Glimmer haltige, Maſſe, in welcher gewöhnlich große, bräunlich- oder graulichweiße, ſtark glänzende und an der Oberfläche riſſige, rectanguläre Säulen oder ſechsſeitige, nach dem Karlsbader Geſetze zu Zwillingen verwachſene Tafeln von Sanidin, kleinere, grauweiße, oft ebenfalls an der Oberfläche riſſige, wenige glänzende oder auch matte und dann keine Zwillingsſtreifung zeigende, Oligoklaskryſtalle und außerdem oft, wenn auch ſparſam, ſchwarze Hornblendeſäulchen, ſchwarzbraune Magneſiaglimmerblätter und nicht ſelten auch Magneteiſenerzkörner eingebettet liegen.

1) In der Regel herrſchen die Oligoklaskryſtalle vor und nach v. Dechen ſind in den hornblendereichen Trachyten des Siebengebirges die Sanidinkryſtalle ſelten, nehmen aber in dem Grade zu, wie die Hornblende und der Glimmer verſchwindet.

2) Das ſpec. Gewicht dieſes Trachytes beträgt 2,6 — 2,7.

3) Der chemiſche Gehalt beträgt im Mittel: 63 — 64 Kieſelſäure, 16 — 18 Thonerde, 6 Eiſenoxyd und Oxydul, 2,50 Kalk, 0,85 Magneſia, 3,60 Kali, 5 Natron und 0,50 — 1 Waſſer.

Zu den unweſentlichen Gemengtheilen gehört der merkwürdige, quarzartige Tridymit, welcher ſich nicht nur in Druſenräumen, ſondern auch in der Maſſe des Trachytes ſelbſt im Siebengebirge findet, ferner Titanit, Apatit, Granat und Augit.

Vorkommen: Der Oligoklas haltige Sanidintrachyt findet ſich bis jetzt

1) im Siebengebirge z. B. am Drachenfels, an der Perlenhardt, am Waſſerfalle, am ſüdlichen Abhange des Oelberges, am Lohrberg, Poßberg, Hochzelterberg u. ſ. w.;
2) in der Eifel, namentlich am Kelberg und deſſen Umgebung, an der Struth, bei Reimerath und Welcherath;
3) auf dem Weſterwalde, namentlich in der Gegend zwiſchen Selters, Wirges, Dahlen und Weidenhahn;
4) im Kaiſerſtuhlgebirge im Breisgau bei Biſchoffingen, Oberbergen, Eichholz, Ihringen und Oberſchaffhauſen (nach Fiſcher);
5) in Ungarn und Siebenbürgen (nach v. Richthofen u. Stache);
6) in den Euganeen nach G. vom Rath im nördlichen und nordweſtlichen Theile derſelben;
7) auf der Nordinſel Neuſeelands am Mount-Egmont (nach v. Hochſtetter).

§. 177. ## 33. Phonolith.

(Nach Klaproth vom griech. φωνή, Klang oder Stimme, und λίθος, Stein, mit Beziehung auf den hellen Klang, welchen dünne Platten dieſes Geſteines beim Daraufſchlagen von ſich geben; daher auch Klingſtein genannt; Porphyrſchiefer nach Werner; Hornſchiefer; — Schiste corné, Pierre sonore; — Hornslate, Clinkstone, Fonolite).

1) Beſtand: Dichte, ſelten poröſe, aber öfters porphyriſche, im friſchen Zuſtande dunkelgrünlichgraue, — beim Verwittern aber unrein gelblichgrüngrau werdende und ſich mit weißer Rinde bedeckende, — ganz quarzloſe, Geſteinsmaſſe, welche aus einem innigen Gemenge von einem, in Salzſäure unzerſetzbaren, Minerale, d. i. **Sanidin** und einem, in Salzſäure unter Abſcheidung von Kieſelgallerte zerſetzbaren, Beſtandtheile, d. i. **Nephelin** (und einem Zeolithe) beſteht.

Nähere Angabe über den Beſtand.

1) Der dichte Phonolith nähert ſich in ſeinem äußeren Anſehen manchen Trachyten, Baſalten und Hornblendegeſteinen; iſt aber von ihnen unterſchieden:
   a. vom Trachyte durch ſeine theilweiſe Löslichkeit in Salzſäure, durch ſein Waſſerausſchwitzen beim Erhitzen in der Glasröhre und durch ſeine weiße, mit Säuren etwas brauſende, Verwitterungsrinde;
   b. vom Baſalte und Hornblendegeſteine durch ſein weit geringeres ſpec. Gewicht, ſeinen Mangel an Olivin, ſeinen Gehalt von Sanidin und wiederum durch ſeine weiße Verwitterungsrinde.

   Dieſe weiße, aus Kaolin und etwas kohlenſaurem Kalk beſtehende, Verwitterungsrinde iſt wahrhaft charakteriſtiſch für den Phonolith. Ebenſo iſt aber auch für alle in Platten abgeſonderten Phonolithe der helle Klang, welchen ſie beim Daraufſchlagen geben, charakteriſirend.
2) Die Hauptmaſſe iſt zähe, läßt ſich durchgehends vom Feuerſtein ritzen, zeigt einen unebenen, ins Splitterige ziehenden, glitzernden Bruch und beſitzt ein um ſo größeres ſpec. Gewicht, je größer ihr Gehalt an unzerſetzbaren Gemengtheilen iſt. Im Allgemeinen beträgt indeſſen daſſelbe 2,55 — 2,65. — Im Glaskölbchen ſchwitzt ſie beim Erhitzen 1,5 — 5 Proc. Waſſer aus. Vor dem Löthrohre ſchmilzt ſie ziemlich ſchwer zu einem graulichgrünlichen Glaſe.
3) Das Mengenverhältniß zwiſchen den in Säuren unlöslichen und löslichen Gemengtheilen ſchwankt je nach der Concentration der angewandten Säure und dem friſchen oder ſchon angewitterten Zuſtande der Geſteinsmaſſe hin und her. In kochender Salzſäure erſcheinen im Allgemeinen:
   a. von friſcher Geſteinsmaſſe:
      15,84 — 55,13, alſo im Mittel 34,25 Proc. Theile zerſetzbar,
      44,87 — 84,16, „ „ „ 66,75 „ „ unzerſetzbar;
   b. von verwitterter Geſteinsmaſſe aber nur noch 4 — 6 Proc. Theile löslich, weil die an ſich lösbaren Geſteinstheile durch die

Verwitterungsagentien ſchon ausgelaugt worden ſind. In dem unverwitterten Geſteine befinden ſich alſo ſtets mehr zerſetz- und lösbare Theile, als im unverwitterten. §. 177.

4) Der chemiſche Beſtand der Phonolithmaſſe beträgt im Mittel: 59,40 Kieſelſäure, 19,50 Thonerde, 3,50 Eiſenoxyd, 0,15 Manganoxydul, 2,25 Kalkerde, 0,70 Magneſia, 6,00 Kali, 7,00 Natron, 1,60 Waſſer.

2) Ausſcheidungen und unweſentliche Beimengungen der Phonolithmaſſe: — In der Maſſe des Phonolithes liegen ſehr häufig weiße, matte, rectanguläre Säulen und ſechsſeitige, farbloſe, durchſichtige, (daher die Farbe der Grundmaſſe zeigende), ſpiegelnd glänzende Feldſpathkryſtalle. Die letzteren ſind ganz entſchieden Sanidinkryſtalle, die erſteren aber ſcheinen Oligoklas zu ſein. Außerdem kommen auch häufig kleine, bräunliche oder graulichweiße, ſtark glänzende Nephelinſäulen, deren Querſchnitte ſcharfe, gleichſeitige Sechsecke auf den Bruchflächen des Phonolithes bilden, eingewachſen vor. Dieſe beiden Arten von Einwachslingen können als Ausſcheidungen der phonolithiſchen Grundmaſſe angeſehen werden; dagegen hat man noch nie Zeolithe, welche man doch auch als Gemenge der Phonolithmaſſe anſieht, als Einwachſungen in dieſer Maſſe ſelbſt während ihres friſchen Zuſtandes, ſondern ſtets nur als ausgelaugte Zerſetzungsproducte in den Hohlräumen und Klüften in Verwitterung begriffener Phonolithe gefunden und zwar am meiſten Natrolith, Chabaſit, Analcim, Desmin, Comptonit und Apophyllit. — Außerdem zeigen ſich in manchen Phonolithen auch noch liniengroße, bläulichgraue oder weiße Roſeandodekaëder und kleine, weiße Leucitkörnchen ſo conſtant, daß man ſie zu den weſentlichen Gemengtheilen dieſer Phonolithe gerechnet hat (— die ſogenannten Roſeanphonolithe ſiehe bei den Abarten —). — Dagegen ſind nun ſchwarze Hornblendenadeln, braune oder auch weiße Glimmertäfelchen, honiggelbe und gelbrothe Titanitkryſtalle, welche hie und da in der Phonolithmaſſe eingewachſen vorkommen, ebenſo wie der nur ſelten auftretende Augit und Olivin, als außerweſentliche Beimengungen des Phonolithes zu betrachten.

3) Abarten des Phonolithes: Dieſelben werden theils durch Aenderungen des Gefüges, theils durch Herrſchendwerden von an ſich fremdartigen Beimengungen hervorgebracht.

a. Durch Aenderung des Gefüges entſteht:

1) der gemeine oder eigentliche Phonolith: Dickſchiefrig, in Platten abgeſondert, welche beim Daraufſchlagen hell klingen (z. B. an der Milſeburg und Steinwand auf der Rhön);

2) der Phonolithporphyr: Maſſig, ohne plattenförmige Abſonderung, dunkelgrüngrau, mit eingewachſenen Sanidinkryſtallen, bisweilen auch mit Hornblende (Milſeburg auf der Rhön);

3) der trachytiſche Phonolith: Hell- oder gelblichgraue, erdige, rauhe, oft auch poröſe, aber nie ſchiefrige Grundmaſſe mit deutlich erkennbaren zeolithiſchen Beſtandtheilen, welche theils in der Grundmaſſe ſelbſt, theils in Blaſenräumen oder Riſſen als Neſter oder Druſen auftreten

§. 177. (z. B. an der Pferdekuppe auf der Rhön und am Marienberg bei Aussig an der Elbe);

4) die Phonolithlava: Hellgraue, poröse und blasige Masse, welche von dichten, schwarzgrauen Lagen parallel durchzogen wird (z. B. Lava am Monte nuovo).

b. Durch Zutritt eines neuen Gemengtheils entsteht:

5) der Noseanphonolith: Dichte, dunkelbraune oder dunkelgrüne, — beim Verwittern hellbraun oder gelblichgrün, körnig und weich werdende und dann auch mit Säuren aufbrausende, — aus Sanidin, Nosean und Leucit bestehende, Grundmasse, in welcher liniengroße, bläulichgraue, beim Verwittern weiß werdende, Noseandodekaëder und tafelförmige Sanidinkrystalle, außerdem sehr kleine, weiße, meist erst bei der Verwitterung der Grundmasse hervortretende, Leucitkörner liegen. — Von heißer Salzsäure schnell und unter Abscheidung von Gallert lösbar. Das spec. Gew. = 2,53; im verwitterten Zustande = 2,72. — In den Umgebungen des Laacher Sees, z. B. am Schloß Olbrück und im badischen Hegau.

4) Felsformung und Absonderung: Der Phonolith bildet glocken- und auch dachförmige Berge, deren Massen oft in mächtige Pfeiler und unregelmäßige Säulen, aber auch sehr oft in parallel über einander liegende Platten so regelmäßig abgesondert sind, daß die aus ihnen bestehenden Felswände mauerähnlich aussehen. Bisweilen zeigt er sich auch in decken- und stromartigen Ablagerungen, so an der Rhön zwischen der Milseburg, der Steinwand und dem Teufelsstein.

5) Die Verwitterung siehe im §. 174.

6) Hauptablagerungsgebiete: Häufig durchsetzt der Phonolith in Gängen die Glieder des Buntsandsteins (z. B. auf der Rhön) und des Muschelkalkes (z. B. bei Treisebach auf der Rhön); am meisten aber durchsetzt er die Basalte, Basaltconglomerate und Braunkohlensandsteine, so namentlich im Böhmischen Mittelgebirge, z. B. bei Topkowitz und Steinpolitz und am Borzen bei Bilin, wo er an seiner nordöstlichen Seite von einem Basaltstrome und an seiner Westseite von stark aufgerichteten Gneißschichten umgrenzt wird; aber umgekehrt im Bastreicher Steinbruche bei Binove wird ein Phonolithstock von einem 2 Fuß mächtigen olivinführenden Basaltgang durchsetzt.

Im Allgemeinen erscheint der Phonolith gleichalterig mit dem Trachyte und jünger als die meisten Basalte und Braunkohlengebilde. Dabei ist aber das Merkwürdige, daß, obwohl er dem Trachyte chemisch und mineralogisch nahe verwandt ist und sogar hie und da in denselben übergeht (z. B. im Velay, im böhmischen Mittelgebirge und auch an der Pferdekuppe bei Abtsroda auf der Rhön), während er nirgends Uebergänge in Basalt wahrnehmen läßt, er doch weit häufiger in der Gesellschaft des Basaltes als in der des Trachytes vorkommt.

Außer den schon angegebenen Lagerorten sind hier noch folgende bemerkenswerth:

1) in Böhmen im Mittelgebirge (z. B. Leutmeritzer Kreis, Donnersberg, Milleschauer, Selnitzer und Schladniger Berg, Teplitzer Schloßberg);

2) im nordweſtlichen Rieſengebirge (die Lauſche, der Limberg, Kreisberg u. ſ. w.);
3) im Coburgſchen am Heldburger Schloßberg;
4) auf der Rhön (Pferdekuppe, Milſeburg, Steinwand ꝛc.);
5) im Kaiſerſtuhlgebirge bei Oberſchaffhauſen;
6) im Hegau am Hohentwiel, Hohenkrähen, Hohenſtaufen;
7) in der Eifel am Selberg bei Quiddelbach;
8) am Weſterwald am Hartenfelſer Kopf, Malsberg und bei Zürbach (nach v. Dechen);
9) bei Aſchaffenburg im Gneiß zwiſchen Dettingen und dem Lindigwalde;
10) in Frankreich an der Grenze der Departements der Ardèche und der hohen Loire, am Mont Mezenc, an der Grenze der Auvergne und des Limouſin, am Cantal, Mont Dôre u. ſ. w.

2. Gruppe: Glimmerreiche Geſteine.

(Phyllite, Phengite).

Allgemeiner Charakter. — Deutlich oder undeutlich gemengte Felsarten, in deren Gemenge Glimmer oder ſtatt deſſen Chlorit, Talk, ſchuppiger Eiſenglanz (Eiſenglimmer) oder auch Chlorit, kurz ein in Tafeln, Blättern oder Schuppen auftretendes Mineral der Hauptgemengtheil iſt, weshalb auch alle hierher gehörigen Felsarten ein meiſt vollkommen ſchiefriges Gefüge haben. Mit dieſem Hauptgemengtheile ſtehen im Verbande theils Quarz allein, theils Feldſpath und zugleich auch Quarz, wozu dann oft auch noch Hornblende und manchmal auch Turmalin tritt. §. 178.

Iſt mit dem ſchiefernden Hauptgemengtheil nur Quarz verbunden, wie im Glimmerſchiefer, dann gehören die hierher zu rechnenden Geſteine in die zweite Abtheilung der gemengten Felsarten, alſo zu den feldſpathfreien Felsarten (ſ. Nr. 50); enthält aber ein ſolches Geſtein neben ſeinem ſchiefernden Gemengtheile Quarz und Feldſpath zugleich in deutlichem Gemenge, dann gehört es zum Gneiß, alſo in die Gruppe der feldſpathreichen Felsarten, welcher ſchon in Nr. 24 §. 168 beſchrieben worden iſt; beſitzt endlich ein Schiefergeſtein alle die eben genannten Gemengtheile zugleich, aber in ſo fein zertheiltem Zuſtande und in ſo undeutlichem innigen Gemenge, daß man ſie nur ſelten mit bloßem Auge erkennen kann, wie dieſes beim Urthonſchiefer der Fall iſt, dann wird ſeine Stellung zweifelhaft. Weil nun aber der eben genannte Urthonſchiefer in der Art ſeines Auftretens, in ſeinen Uebergängen, Berg- und Felsbildungen, in ſeiner Verwitterungsweiſe und in ſeinem Vorkommen ſich eng an den Glimmerſchiefer anſchließt, ſo iſt er trotz ſeines, — indeſſen nicht immer vorhandenen, — Feldſpathgehaltes hier zu den feldſpathloſen Felsarten gerechnet, in die Nähe des Glimmerſchiefers geſetzt und unter Nr. 51 beſchrieben worden.

3. Gruppe: Amphibolitgeſteine.

Allgemeiner Charakter: Ein, in der Regel vorherrſchendes, amphibolitiſches Mineral, — alſo Hornblende, Augit, Hyperſthen, Diallag §. 179.

§. 180. Umwandlung der Hornblende entſtanden iſt, wie man unter anderem an dem ſchönen Diorite des Druſerthales am Thüringer Walde bemerken kann, in welchem oft die Glimmerblättchen die Decke der Hornblendetäfelchen bilden. — In manchen Dioriten iſt auch blaugrüner Chlorit fein zertheilt in der Maſſe derſelben und bewirkt bei großer Menge eine grüne Färbung derſelben. Ganz beſonders iſt dieſes der Fall bei dem Diorit-Aphanit.

d. Endlich tritt auch in einzelnen Dioriten der Quarz in graulichweißen, ölig glänzenden Körnern ſo conſtant auf, daß man dieſelben zu einer beſonderen Art, dem Quarzdiorit hat erheben wollen. — Außerdem will man auch noch hie und da Augit bemerkt haben.

3) Der chemiſche Gehalt der Dioritgeſteine beträgt im Mittel: 51,00 Kieſelſäure, 18,50 Thonerde, 11,00 Eiſenoxydul, 7,50 Kalkerde, 6,00 Magneſia, 2,50 Kali, 3,00 Natron und etwas Manganoxydul. — Das ſpec. Gewicht ſchwankt zwiſchen 2,75 — 2,95.

4) Die Hauptlagergebiete der Dioritgeſteine befinden ſich hauptſächlich im Gebiete der Gneiße, Granit, Glimmer- und Urthonſchiefer, zeigen ſich aber außerdem auch noch im Gebiete der Grauwacke, Steinkohlen und des unteren Rothliegenden. In dieſen Gebieten bilden ſie vorherrſchend Gänge, Stöcke und auch Lagermaſſen. Indeſſen ſollen nach Junghuhn bei dem Dorfe Satang an der Lookulokette zahlreiche Dioritgänge noch im tertiären Sandſtein und nach Rolle bei Prasberg in Unterſteyermark in den älteſten Eocänſchichten vorkommen.

Wegen ſeiner leichten Verwechſelung mit Diabas, Syenit und Hyperſthenit laſſen ſich die ſpeciellen Lagerorte des Diorites nicht immer mit voller Sicherheit angeben. Vorzugsweiſe ſind von ihm folgende Gebiete zu nennen:

A. In Deutſchland:

1) im Grauwacke-Thonſchiefergebiete des rheiniſchen Berglandes: bei Boppard ein 30 bis 40 Fuß mächtiger Gang im Thonſchiefer; bei Kürenz unweit Trier; in der Umgebung von Wiſſenbach in Naſſau;

2) im Harze an der Roßtrappe und im Mühlthal bei Elbingerode (— Diorit-Aphanit —);

3) am Kyffhäuſer auf der Rothenburg im unteren Rothliegenden;

4) am Thüringer Walde: am Nordrande bei Ruhla (Dioritſchiefer und Kalkdiorit) im Glimmerſchiefer und am Ehrenberg bei Ilmenau; am Südrande im Gneiß-Granit bei Liebenſtein, im Druſerthal und am Mummenſtein bei Brotterode; auch in dem Thonſchiefer des Schwarzathales (?);

5) am Fichtelgebirge am ſüdlichen Abhange des Ochſenkopfes;

6) in der Lauſitz bei Biſchofswerde ein 20 Fuß mächtiger Gang im Granit;

7) in den Sudeten im Glimmerſchiefer am linken Steinufer von Mittelſtein bis Birgwitz in der Grafſchaft Graz; am Warthaer Kapellenberg an der Neiße, am Hutberge bei Friedberg im Geſenke, bei Würbenthal ſüdwärts bis gegen Römerſtadt hin; in der Umgebung von Kupferberg bei Waltersdorf, Kreuzwieſe und Röhrsdorf.

8) in dem Gneiße Böhmens befinden ſich zahlreiche Stöcke und Gänge bei Chriſtiansberg, Prachatſch, Tonnetſchlag, im Urthonſchiefer bei Chlumetz und Merotitz, bei Czernoſim und Mies;

9) in Kärnthen im Grauwackeſchiefer am Schloß Neidenſtein, bei Stuttern und bei Offmanach;

10) in Südtyrol im Urthonſchiefer bei Klauſen;

11) im Oberengadin am nordweſtlichen Fuße des Bernina und am Piz Roſetſch, wo ein ſchöner porphyrartiger Diorit feinkörnigen Diorit durchſetzt;

12) in den Vogeſen treten die Diorite in der Umgebung des Syenites häufig auf, z. B. am Fuße des Ballon d'Alsace.

B. In Frankreich im Gebiete der Vogeſen bei Faymont und Fondray, bei St. Marie aux mines; — in der Normandie bis zum oberen Poitou über 300 Dioritſtöcke und Kuppen; in der Vendée zwiſchen la Baudnère, Olonne und le Bois.

C. In Rußland am Ural, deſſen Hauptrücken im nördlichen Theile des Gebirges Diorite zuſammenſetzen, und im Ilmengebirge bei Miask und Alapajewsk.

D. In Canada am Mount-Johnſon mit zollgroßen weißen Feldſpathkryſtallen.

Arten und Abarten der Dioritgeſteine. — Je nach der verſchiedenen Art ihres Gefüges einerſeits und je nach der Art der an die Stelle eines der weſentlichen Gemengtheile tretenden Minerales unterſcheidet man von den Dioritgeſteinen folgende Arten und Abarten:

34. Diorit.

(Nach Hauy vom griech. διορίζειν, unterſcheiden, weil die ſchwarz und weiß ausſehenden Gemengtheile deſſelben eben nach ihrer Farbe leicht unterſcheidbar erſcheinen). §. 181.

1) Beſtand: Deutliches, groß- bis kleinkörniges Gemenge von ſchwarzgrüner Hornblende und grünlich- oder bläulichweißem Oligoklas.

2) Unweſentliche Gemengtheile: Schwarzbrauner oder ſchwarzer, leicht in Blättchen abzuhebender, Magneſiaglimmer; Chlorit in kleinen blaugrünen Schuppen; ölgrüner Epidot; Granat; Würfel und Nadeln von Pyrit; gelbbrauner Titanit; Rutil; Titaneiſenerz; Magnetkies und Magneteiſenerz; ſelten kleine Nadeln von Apatit.

3) Felsbildung und Abſonderung: — Der körnige Diorit bildet meiſt prall anſteigende, klippige Kuppenfelſen, deren Maſſe oft unregelmäßig zerklüftet, aber oft auch rhomboidal abgeſondert iſt und dann beim Verwittern und Einſtürzen abgerundete und nicht ſelten faſt kugelförmige Felsblöcke bildet.

4) Verwitterung und deren Producte: Alle Diorite mit kalkarmer, magneſiareicher Hornblende und kalkarmem Oligoklas verwittern um ſo langſamer, je feinkörniger ihr Gemenge iſt. Die ganz dichten Abarten derſelben, wie Diorit-Aphanit und auch noch der mit kleinen Einſprenglingen verſehene Dioritporphyr widerſtehen außerordentlich lange der Verwitterung und tritt endlich ihre Zerſetzung ein, ſo geſchieht dies ſtets zunächſt an den Wänden der ſie durchſetzenden Riſſe und Spalten.

§. 181. Aber ſelbſt die grobkörnigen Arten dieſer Geſteine verwittern nur ſehr langſam, obgleich man meinen ſollte, daß ſie in Folge der grell von einander abſtechenden Färbung ihrer Gemengtheile (ſchwarzer Hornblende und weißlichem Oligoklas) ſehr vom Temperaturwechſel leiden müßten. Der Grund dieſer ſchweren Verwitterbarkeit liegt bei der Hornblende jedenfalls in ihrem Reichthume an kieſelſaurer Magneſia, und bei dem Oligoklaſe in ſeiner Armuth an Kalkerde. — Nur wenn ſolche Hornblendegeſteine zahlreiche Eiſenkieſe in ihrer Maſſe beſitzen, werden ſie leichter zerſetzt, indem dann die durch die Vitrioleſcirung dieſer Kieſe freiwerdende Schwefelſäure ſowohl die Hornblende, wie auch den Oligoklas anätzt und ſich zum Theil mit ihrer Magneſia zu Bitterſalz, mit ihrem Natron zu Glauberſalz und mit ihrer Thonerde theils zu Alaun, theils zu Haarſalz verbindet, ſo daß lauter lösliche ſchwefelſaure Salze entſtehen, welche man dann in den aus den Hornblendegeſteinsgebieten hervortretenden Mineralquellen wieder findet.

Tritt indeſſen unter den gewöhnlichen Verhältniſſen die Verwitterung ein, ſo beginnt ſie in der Regel mit dem Oligoklaſe, den ſie unter Auslaugung ſeines Kalknatrongehaltes in Kaolin oder grauweißen Thon umwandelt. Indem nun dieſer die Atmoſphärilien anzieht und feſthält, können ſie ſtärker auf die mit dem verwitternden Oligoklaſe verbundene Hornblende einwirken. Entweder führen ſie nun dieſer letzteren die dem Oligoklaſe geraubten Alkalien zu und nehmen ihr dafür allen Kalk und ein Quantum Magneſia, ſo daß aus der Hornblende Magneſiaglimmer wird, oder ſie entziehen ihr mittelſt der Kohlenſäure nach und nach allen Kalk und alle Magneſia, den erſteren als Bicarbonat, die letztere zum Theil als Silicat, ſo daß zuletzt nur noch von ihrer Maſſe ein durch beigemengtes Eiſenoxydhydrat und etwas Grünerde ſchmutzig grünlich-ockergelber, kieſelſäurereicher Thon, d. i. Lehm übrig bleibt, welcher ſich nun mit dem weißlichen Verwitterungsthone des Oligoklaſes zu einer im naſſen Zuſtande ſchmierigen, im trockenen aber leicht zu Pulver zerfallenden, ſchmutzig gelbweißlichen Krume vermiſcht, welche neben kieſelſaurer Thonerde ſehr oft auch ein größeres oder kleineres Quantum kieſelſaurer Magneſia beigemiſcht enthält (ſogenannter Walkerthon). — In den Klüften des verwitternden Diorites aber bildet das ausgelaugte Kalk-, Magneſia-, Eiſen- und Mangancarbonat nicht ſelten Druſen und Kryſtallgruppen von Aragonit, Dolomitſpath, Bitterſpath, Eiſenſpath und Manganſpath oder ſtatt der beiden letzteren Eiſenglanz, Manganit, Pyroluſit, bisweilen auch Wad.

5) Als durch Aenderung des Gefüges herbeigeführte Abarten des Diorites ſind zu betrachten:

34a. Der ſchiefrige Diorit oder Dioritſchiefer: Ein dickſchiefriges, in der Regel feinkörniges oder auch dichtes, Gemenge, in welchem die an Menge weit vorherrſchende Hornblende für ſich allein oder auch in Gemeinſchaft mit Magneſiaglimmerblättchen parallele Lagen bildet; zwiſchen denen der gewöhnlich nur in geringen Mengen vorhandene Oligoklas oft kaum bemerkbar vertheilt liegt, bisweilen aber auch deutliche Lagen darſtellt, ſo daß das ſo gebildete Geſtein im Querbruche ſchwarz

und weiß (z. B. bei Czjzek aus der Gegend von Mölk in Niederöſterreich) §. 181.
oder auch ſchwarz und gelbgrün (wenn der Feldſpath grünlich iſt, wie bei Kupferberg in Schleſien) gebändert erſcheint. — Manchmal iſt das Gemenge dieſes Schiefers ſo feinkörnig, daß das Geſtein einfarbig grünſchwarz, wie Hornblendeſchiefer, oder grün, wie Aphanitſchiefer oder auch wie Thonſchiefer ausſieht, alſo wie lauter Geſteine, in welche der Dioritſchiefer ebenſo wie auch in körnigen Diorit auch wirklich übergeht.

34b. Dichter Diorit oder Dioritaphanit: Ein dichtes, einfarbig grüngraues oder ſchwarzgraues, äußerſt zähes, aus einem innigen Gemenge von Hornblende und Oligoklas, welches theils in körnigen oder ſchiefrigen Diorit, theils in Dioritporphyr übergeht.

34c. Porphyriſcher Diorit oder Dioritporphyr: Sehr feinkörnige oder dichte, harte, zähe, grünlich- oder ſchwärzlichgraue, Aphanitmaſſe, in welcher theils grünlichweiße, zwillingsſtreifige, Oligoklaskryſtalle, theils gut ausgebildete, ſcharf umgrenzte und oft zollgroße, grünſchwarze Hornblendekryſtalle eingewachſen liegen.

Bemerkenswerth iſt es, daß

1) die aphanitiſche Grundmaſſe dieſes Porphyrs um ſo dunkler gefärbt iſt, je mehr Feldſpathkryſtalle in ihr ausgeſchieden ſind, je mehr alſo die Hornblende in ihr ſelbſt zurückgeblieben iſt, dagegen um ſo heller gefärbt erſcheint, je mehr Hornblendekryſtalle in ihr ausgeſchieden erſcheinen, je mehr alſo Feldſpathſubſtanz in der Grundmaſſe zurückgeblieben iſt;

2) überhaupt in der aphanitiſchen Grundmaſſe um ſo mehr weiße Feldſpathkryſtalle vorkommen, je weniger Hornblendekryſtalle vorhanden ſind, und umgekehrt um ſo zahlreichere und größere Hornblendekryſtalle erſcheinen, je weniger ſich Feldſpathkryſtalle bemerklich machen;

3) bisweilen ſtatt der Hornblendekryſtalle Glimmertafeln, dann aber auch wohl Quarzkörner, — alſo Umwandlungsproducte der Hornblende, auftreten.

Schön iſt der Dioritporphyr im Naſſau'ſchen bei Wiſſenbach, Haiger und Nebelsberg vorhanden. Am Ural tritt er mächtig entwickelt im Gebiete des Diorites auf und enthält daſelbſt auch ſehr große, gut ausgebildete Hornblendekryſtalle.

6) Dem Diorite nahe verwandt ſind folgende, meiſt nur ſehr vereinzelt und in wenigen Localitäten auftretende, Geſteine, welche alle ſchwarzbraunen Magneſiaglimmer als vorherrſchenden Gemengtheil, außerdem oft auch mehr oder weniger Quarz oder Chlorit, bisweilen auch Epidot, — alſo lauter Umwandlungs- oder Zerſetzungsproducte der Hornblende — enthalten, dagegen um ſo weniger Hornblende beſitzen, je mehr die eben genannten Gemengtheile an Menge hervortreten, — ein Umſtand, welcher es wahrſcheinlich erſcheinen läßt, daß die folgenden Geſteine aus der Umwandlung von eigentlichem Diorit entſtanden ſind. Zu dieſen Geſteinen nun gehören:

1) der Glimmerdiorit, ein Diorit mit vielem Magneſiaglimmer, aber noch mehr Hornblende und bei ſtarkem Glimmergehalte oft auch quarzführend (Diorite im Druſerthal am Thüringer Walde;

Diorit von Clefcy bei Fraize in den Vogeſen). Durch überwiegendes Auftreten des Glimmers und ſtarkes Zurücktreten der Hornblende geht er über in:

2) Kerſantit, ein meiſt flaſeriges oder auch porphyrartiges Gemenge von weit vorherrſchendem Glimmer mit Oligoklas und meiſt auch noch etwas Hornblende enthaltend. In den Vogeſen, z. B. bei Viſembach und bei St. Marie-aux-mines, wo er einen mächtigen Gang im Syenitgranit bildet. Verſchwindet die Hornblende ganz aus ſeinem Gemenge, ſo entſteht aus ihm

3) der Kerſanton (n. Deleſſe), eine grünliche oder graue, vorherrſchend aus Oligoklas beſtehende Grundmaſſe, in welcher kurze, ſechsſeitige Säulen und Lamellen von braunem oder ſchwarzem Glimmer liegen, ſo daß das Geſtein eigentlich einen Glimmerporphyr darſtellt. Nicht ſelten iſt es aber auch körnig-kryſtalliniſch und einem wahren Diorite ſehr ähnlich. — In der Bretagne, namentlich in der Gegend von Breſt und Quimper bei Daoulas; daſelbſt Gänge im ſiluriſchen Thonſchiefer bildend.

4) Tonalit (nach vom Rath): Ein körniges Gemenge von Oligoklas, reichlichem Quarz, Magneſiaglimmer und Hornblende, bisweilen auch Orthoklas enthaltend. — Die ſüdlich vom Tonale gelegene mächtige Gebirgsmaſſe des Monte Adamello zuſammenſetzend und von ſteil aufgerichteten Glimmer- und Thonſchieferſchichten umlagert. Eigentlich ein Quarz-Glimmerdiorit.

5) Norit (nach Esmark): Gemenge von vorwaltendem Feldſpath mit Hornblende und etwas Glimmer, oft auch mit etwas Quarz. Vielleicht ein Syenitgranit (?). In Norwegen.

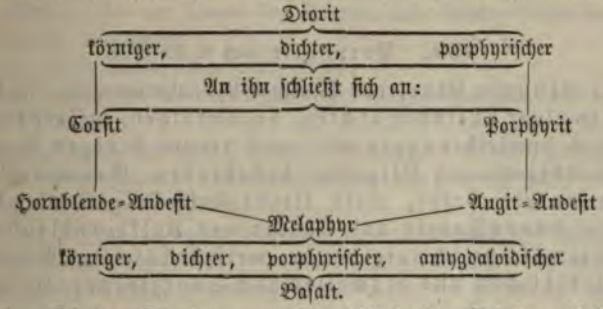
6) Ophit oder Pierre verte (nach Charpentier): Ein Epidot und meiſt auch Eiſenglanz haltiger, häufig auch mit Talkſchüppchen untermengter, körniger bis faſt dichter Diorit. In den Pyrenäen, z. B. an der Brücke von Pouzac nördlich von Bagnères de Bigorre. — Ein Uebergangsgeſtein vom Diorit zum Hornblendefels.

2. Sippe: Amphotere Geſteine.
(Melaphyriſche Geſteine).

§. 182. **Allgemeine Beſchreibung.** — Die hierher gehörigen Geſteine gleichen in ihrem Aeußeren und zum Theil auch in ihrem Beſtande theils den Dioriten, theils den Diabaſen und Baſaltiten, ja auch oft den Trachyten, indem ſie einerſeits Hornblende oder Augit und auch theilweiſe noch Glimmer und Quarz, aber andererſeits einen, in Säuren zerſetzbaren, bei der Verwitterung mit Säuren aufbrauſenden, triklinen Kalkfeldſpath (— Kalkoligoklas, Andeſin, Labrador oder Anorthit —) beſitzen.

Die Felsarten dieſer Sippe verdienen wohl mit Recht den Namen: „Amphotere Geſteine“ oder auch „Amphoterolithe,“ indem ſie nicht bloß in ihrem Habitus, ſondern auch in ihren Gemengtheilen zwiſchen den Dioriten und Baſaltiten hin und her ſchwanken und ſo gewiſſermaßen Uebergangsgeſteine zwiſchen den beiden eben genannten Geſteinsſippen bilden. Das Folgende wird dieſes beſtätigen.

Stellt man nemlich die Diorite als Gemenge von Hornblende und kalkarmem triklinischem Feldſpath an die obere, und die Baſaltite als Gemenge von Augit und kalkreichem triklinem Feldſpath an die untere Spitze der hierher gehörigen Geſteine, ſo erhält man folgende Reihe:



In den ſich den Dioriten zunächſt anſchließenden Geſteinen dieſer Sippe ſpielt noch die Magneſiahornblende die Hauptrolle; ihr geſellen ſich zu Magneſiaglimmer und auch noch Quarz. Die Andeſite ſind zum Theil noch dioritiſch, zum Theil aber durch Augitgehalt auch ſchon baſaltiſch. Aber die zweideutigen Melaphyre nähern ſich zwar in ihrem Aeußern den Porphyriten, aber durch ihren Gehalt von Augit, Magneteiſenerz und Grünerde, ſowie durch ihren Mangel an Quarz und ihre Neigung zur Mandelſteinbildung den Baſaltiten. Was übrigens alle Amphoterite von den eigentlichen Dioriten ſcheidet, das iſt ihr feldſpathiger Gemengtheil, welcher ſtets triklinisch, kalkreich und darum auch in Säuren zerſetzbar iſt.

35. Corſit oder Kugeldiorit. §. 183.

(Anorthitdiorit, Kalkdiorit z. Th.).

1) Beſtand: Ein körniges Gemenge von vorherrſchendem, graulichweißen triklinen Kalkfeldſpath (Anorthit), ſchwarzgrüner, ſtrahlig-nadeliger Hornblende und wenig Quarz.

In der Maſſe dieſes Geſteines finden ſich 1 bis 3 Zoll große Kugeln, welche aus einem körnigen, corſitiſchen Kerne und um dieſen herum aus concentriſchen Lagen beſtehen, von denen abwechſelnd die einen aus vorherrſchendem, weißem Feldſpathe, die anderen aber aus vorherrſchenden, grünſchwarzen, ſtrahlig geſtellten Hornblendenädelchen beſtehen, ſo daß die Kugelmaſſe dieſer Geſteine im Querbruche abwechſelnd concentriſche weiße und ſchwärzliche Ringe zeigt. — Das ſpec. Gew. beträgt im Allgemeinen 2,768.

1) Deleſſe berechnete den Kieſelſäuregehalt zu 48,05, den Kalkgehalt zu 11,04 Proc., den Anorthitgehalt zu 80 Proc. und den Hornblendegehalt zu 20 Proc.

2) v. Hochſtetter beſchreibt einen Anorthit-Diorit von Boguſchowitz bei Teſchen am nördlichen Abhange der Karpathen mit ſchönen langen glänzend ſchwarzen Hornblendeſäulen, matten ſchwarzen kurzſäulenförmigen Augitkryſtallen und weißem, zwillingsſtreifigen, in Salzſäure ganz auflöslichen, Feldſpath (Anorthit). Sein ſpec. Gew. = 2,788 oder 2,967.

2) Vorkommen. Auf Corsika (daher: Corsit) unfern der Stadt Sartene an dem äußersten Vorsprunge des Gebirgsrückens zwischen dem Rizzanese- und Fiumicicoli-Thale. — Auch in Schweden bei Calmar, sowie am Ural bei Bogoslowsk.

§. 184. 35 a. Porphyrit (nach G. Rose).

1) Bestand: Eine, dem Dioritporphyr nahe verwandte, Felsart, welche in einer scheinbar dichten, braunrothen, kaffeebraunen, oder auch dunkelbraungrauen, aus einem innigen Gemische von Hornblende und Oligoklas bestehenden, Grundmasse, in welcher unrein weiße, meist kleine Kalk-Oligoklaskrystalle, schwarze, dünne Nadeln und Säulen von Kalkhornblende oder statt deren kleine schwarzbraune, meist sechsseitige Magnesiaglimmerblättchen und bisweilen auch Quarzkörner eingebettet liegen.

1) Die Grundmasse des Porphyrites scheint bisweilen nur aus Oligoklas oder auch aus einem Gemenge von Oligoklas und Quarz, also aus einer Art Felsit zu bestehen. Ob nun aber der in ihr vorhandene Feldspath Oligoklas oder Labrador ist, läßt sich nur schwer ermitteln, da auch die aus seiner Masse ausgeschiedenen Feldspathe fast stets etwas zersetzt sind und in Folge davon auch nicht mehr ihren vollen Kalkgehalt haben. Schon die häufig ganz fehlende Zwillingsstreifung des Feldspathes und das Aufbrausen selbst scheinbar noch frisch aussehender Porphyritmassen beim Befeuchten mit Säuren spricht für die theilweise Zersetzung des Feldspathes.

Das spec. Gewicht des Porphyrites beträgt im Allgemeinen 2,67 bis 2,76.

Der chemische Gehalt ist schwierig zu bestimmen, einerseits wegen der wechselnden Mengen von Feldspath und Hornblende und andererseits wegen der Veränderungen, welche der Porphyrit unter dem Einflusse der Verwitterungsagentien im Verlaufe der Zeit erlitten hat. Man kann daher nur ganz im Allgemeinen annehmen: 62—65 Kieselsäure, 16,55 Thonerde, 2,65—3,15 Kalkerde, 4—5 Kali und 2—3 Natron. Jedenfalls enthält der ganz frische Porphyrit mehr Kalkerde als Natron.

2) Der Porphyrit hat einerseits mit dem Felsit- und Syenitporphyr und andererseits mit dem porphyrischen, namentlich glimmerführenden, Melaphyr oft die größte Aehnlichkeit. Von den ersten beiden Gesteinen unterscheidet er sich durch sein größeres Gewicht und durch seinen zersetzbaren, im verwitterten Zustande mit Säuren brausenden, zwillingsstreifigen Kalkfeldspath und durch seine leichtere Verwitterbarkeit; von dem Melaphyr aber unterscheidet er sich hauptsächlich durch seinen weit größeren Kieselsäuregehalt, durch seine — meist vorhandenen — Quarzkörner, durch seinen unebenen, splitterigen Bruch (welcher beim Melaphyr vorherrschend flachmuschelig und scharfkantig ist) und durch seine ockergelbe (beim Melaphyr grünlichrothbraune) Verwitterungsrinde.

2) Abarten und Vorkommen derſelben. Je nach ihrem Ge- §. 184.
halte von Quarz, Hornblende und Glimmer unterſcheidet man

zunächſt Porphyrite mit Quarzausſcheidungen, alſo quarzführende, und ohne Quarzausſcheidungen, alſo quarzfreie. Bei den erſten offenbart ſich der Quarz in Körnern und kleinen Doppelpyramiden, ſodann Porphyrite,

welche in ihrer Maſſe eingebettet zeigen:

a. faſt nur weiße oder grünliche Oligoklaskryſtalle (Oligoklasporphyrite);

b. Hornblende- und auch Oligoklaskryſtalle (Hornblendeporphyrite);

c. Glimmertafeln und Feldſpathkryſtalle, aber wenig oder keine Hornblende (Glimmerporphyrite).

1) Die Oligoklasporphyrite, welche gewöhnlich rothbraun oder röthlichbraungrau ausſehen und vorherrſchend kleine, rechteckige, weiße, matte Oligoklastäfelchen enthalten, kommen z. B. vor am Harze bei Ilfeld; im Fichtelgebirge bei Heinersreuth unweit Steinach; in Böhmen am Ziegenrücken ſüdweſtlich von Hohenelbe; im Schwarzwalde bei St. Märgen (?). Am Altai treten auch ſchöne rothbraune Quarz-Oligoklasporphyrite auf.

2) Die Hornblendeporphyrite, welche ebenfalls eine rothbraune oder auch röthlich violettbraune Grundmaſſe beſitzen, zeigen ſich z. B. in Sachſen ſüdweſtlich von Dresden bis Potſchappel, dann bei Wilsdruff; in Schleſien am Kohlberg bei Reichenſtein; vor allen in Aegypten am Djebel-Dokhan, von welchem ſchon die Römer ihren Porphyrites (Porfido rosso antico) holten.

3) Die Glimmerporphyrite, welche eine gewöhnlich dunkelgrünlichbraune oder auch bräunlichbraune Grundmaſſe mit Einſchlüſſen von grünlichweißem Oligoklas und ſchwarzbraunem Magneſiaglimmer, auch bisweilen von Quarzkörnern, aber nur von weniger oder keiner Hornblende beſitzen, kommen vor z. B. in Sachſen am linken Ufer zwiſchen Wilsdruff und Potſchappel, im Triebiſchthale bei Meiſſen, unweit Altenburg, bei Paditz und bei Raſephas; im mittleren Böhmen zwiſchen Holuſchitz, Malcitz und Neuwraz u. ſ. w.; im Thüringerwalde zwiſchen Ilmenau, Suhl und Schleuſingen; in Südtyrol bei Schloß Troſtburg an der Eiſack; in den Vogeſen bei Schirmeck.

3) Allgemeine Ablagerungsgebiete und Abſonderungsformen. Der Porphyrit nähert ſich in ſeinen Felsformen gewöhnlich dem Felſitporphyr. In ſteil anſteigenden Felspyramiden, welche ſich auf ihren Höhen häufig in ſenkrechte Säulen zerriſſen zeigen, erhebt er ſich aus ſeiner Umgebung; aber Abſonderung in ſchichtenähnliche Platten oder rhomboidale, treppenförmige Maſſen, wie man ſie bei dem Melaphyre findet, iſt ihm fremd. Gewöhnlich bildet er Gänge, welche ſich nach oben in wildzerriſſenen Kuppen oder Decken über den von ihnen durchſetzten Geſteinsmaſſen ausbreiten.

Da ſeine Maſſen einerſeits Trümmer der Steinkohlenformation (z. B. bei Wilsdruff und Potſchappel in Sachſen) und Bruchſtücke vom Melaphyr umſchließen, und andererſeits am Südrande des Harzes z. B. von Könige-

rode bis Hermannsacker dem Rothliegenden aufgelagert und vom Zechstein überlagert erscheinen, so muß seine Bildungszeit in die Zeit nach der Steinkohlen- und vor der Zechsteinbildungsperiode, also in die zweite Hälfte des paläozoischen Zeitraumes gesetzt werden.

§. 185. 36. Melaphyr.

(Nach Alex. Bronguiart; vom griechischen μέλας, schwarz, und Phorphyr, also: schwarzer Porphyr, wie ihn auch L. v. Buch geradezu wegen seiner vorherrschend schwärzlichen Färbung nannte; Porphyrit nach v. Carnall u. Zobel; Basaltit; Trapp; Spilit z. Th.).

1) Bestand: Eine vorherrschend dichte, selten feinkörnig oder porphyrisch, dagegen sehr oft mandelsteinförmig entwickelte, schwarze, graugrünliche, grünlich-, röthlich oder bräunlichschwarze, bei der Verwitterung aber grünlichviolett und grünlichrothbraun werdende, sehr schwer zersprengbare, einen flachmuscheligen, scharfrandigen Bruch zeigende, Masse, welche aus einem kryptokrystallinischen Gemenge von einem triklinischen Kalkfeldspath (Kalkoligoklas) und Kalkhornblende oder Augit mit titanhaltigem Magneteisenerz besteht und oft auch Olivin und etwas Apatit enthält, aber ganz quarzfrei ist.

1) Die Melaphyrmasse sieht oft einerseits dem Porphyrit andererseits dem dichten oder porphyrischen Diabas, endlich auch dem Basalte zum Verwechseln ähnlich, unterscheidet sich aber von diesen Gesteinsarten zunächst durch ihr geringes spec. Gew., welches höchstens 2,75, gewöhnlich aber 2,67 beträgt, während es vom Porphyrit in der Regel = 2,76, vom Diabas = 2,9 und vom Basalt = 2,9 — 3,1 ist, sodann durch ihr lichtröthlichgraues Ritzpulver, durch ihren flachmuscheligen, scharfkantigen Bruch, durch ihre beim Glühen rothbraun werdende Farbe und durch ihre eigenthümliche Verwitterungsart (s. unten Verwitterung); endlich aber auch durch ihre Ablagerungsgebiete (s. weiter unten dieselben).

2) Vor dem Löthrohre schmilzt die Melaphyrmasse an den Kanten leicht zu einem gelbgrünlichen oder bläulichgrünem Glase. Mit Salzsäure behandelt gibt sie eine gelbgrünliche Lösung und einen schwarzgrauen oder auch weißlichgrauen, schwarzgrünpunktirten Rückstand. Dabei aber braust sie oft auch mit Säuren auf, was darauf hindeutet, daß sie sich schon im Zersetzungszustande befindet. Die so aufbrausenden Bestandtheile rühren von Kalkspath und Eisenspath her, welche sich oft auch ausgeschieden in der Melaphyrmasse befinden. War die Melaphyrmasse vor der Behandlung mit Salzsäure grünlich, so zeigt sie sich nach dieser Behandlung heller und lichtröthlich gefärbt. Die grünliche Färbung muß daher von einem chloritischen Gemengtheile (Grünerde oder Delessit) herrühren, welcher indessen schon als ein Zersetzungsmineral der im Melaphyre vorhandenen Hornblende zu betrachten ist.

3) Unter dem Mikroskope zeigt die dichte Masse der Melaphyre eine lichtbraune, amorphglasartige Substanz, in welcher zahlreiche braunschwarze Körnchen und Nädelchen und außerdem deutliche trikline Feldspathkrystalle sowie grüne, gefranzte Säulen und Nadeln von Hornblende (oder Augit),

ſchwarze Magneteiſenkörner und farbloſe, ſechsſeitige Apatitnädelchen vor- §. 185.
handen ſind.

4) Der chemiſche Gehalt beträgt im Allgemeinen: 56,80 Kieſelſäure, 17,81 Thonerde, 6,60 Eiſenoxydul, 7,01 Kalkerde, 3,01 Magneſia, 2,12 Kali, 2,59 Natron, 1,92 Waſſer nebſt 1,00 Kohlen-, Phosphor- und Titanſäure.

2) Abarten. Außer dem eben ſchon beſchriebenen dichten Melaphyr (36a) kommt Melaphyr auch vor mit deutlich kryſtalliniſch körnigem Gefüge, ein dem Dolerit ſehr ähnliches, aber nur ſelten (z. B. am Schaumberg bei Tholei) vorkommendes Geſtein; mit porphyriſchem Gefüge, ein grünlichſchwarzes oder röthlichſchwarzes, theils dem Porphyrit theils dem Diabasporphyr ähnliches Geſtein, in deſſen Maſſe theils farbloſe, ſtarkglänzende, Kalkfeldſpathtäfelchen, theils auch braune oder rothe Glimmertäfelchen Rubellan eingebettet liegen (Melaporphyr Nr. 36b); ferner mit ſchlackigem Gefüge (z. B. am Weißelberge am ſüdlichen Hunsrück); und endlich auch, — und zwar ſehr häufig — mit Mandelſteingefüge. Der Melaphyrmandelſtein (36c), durch welchen ſich der Melaphyr den augitiſchen Felsarten, und zwar nicht bloß den Diabaſiten, ſondern auch den Baſaltiten, anſchließt, enthält in einer, gewöhnlich mehr oder minder zerſetzten, grünlichſchwarzen oder bläulichröthlichbraunen Grundmaſſe zahlreiche erbſen- bis kopfgroße, kugel-, birn-, mandel- oder auch wurmförmige Blaſenräume, deren kleinere gewöhnlich theils mit Grünerde, Kalk-, Braun-, Eiſenſpath oder Dolomit, theils auch mit Chalcedon oder Carniol, alſo mit lauter Mineralarten wie ſie aus der Zerſetzung der Melaphyrmaſſe hervorgehen, ausgefüllt ſind, und zwar gewöhnlich ſo, daß Grünerde die erſte Schale in den Blaſenräumen bildet, während die großen Blaſenräume ſehr häufig von Außen nach Innen aus concentriſchen Lagen von Chalcedon, Jaspis, Carniol — kurz mit Achat — und in ihrem Centrum oft mit kryſtalliniſchem Quarz, Bergkryſtall, Amethyſt, Barytharmotom, Datolith, Prehnit oder Epidot, kurz ebenfalls mit Mineralarten, welche unter dem Einfluſſe des Kohlenſäure führenden Meteorwaſſers bei der Zerſetzung der Melaphyrmaſſe entſtanden und dann nach und nach durch eben dieſes Waſſer in die Blaſenräume eingeſintert worden ſind.

3) Verwitterung. Die Melaphyre, namentlich die dichten, verwittern ſehr langſam. Ihre Verwitterung beginnt vorherrſchend auf den Abſonderungsſpalten derſelben und ſchreitet von Innen nach Außen vor, ſo daß nicht ſelten unter Mitwirkung des Froſtes eine Zerſprengung ihrer Maſſe in plattenförmige Blöcke eintritt. Im Anfange der Verwitterung wird das an ſich einfarbig bräunlich ſchwarze Geſtein graulich und violettgrünlich fleckig; dann kommen kleine weiße Flecken zum Vorſchein, welche mit Säuren brauſen; endlich erzeugt ſich an den Wänden ihrer Spalten ein zuerſt violett ſchillernder, zuletzt rothbraun und ſchwarz gefärbter Ueberzug, welcher aus einem Gemiſche von Mangan- und Eiſenoxyd beſteht und bisweilen auch magnetiſch iſt. Indem nun dieſe Verwitterung von den Klüften aus weiter in die Geſteinmaſſe eindringt, wird dieſelbe allmählich bläulich, grünlich, ſchmutzig gelbgrün bis unrein braun und

§ 185. dabei mürbe. Mit Salzsäure behandelt giebt sie jetzt unter Aufbrausen eine gelbbraune Lösung, welche nur die Carbonate von Eisenoxydul, Kalk, Baryt, Magnesia und Natron zeigt. In der That kommen jetzt auch auf den Klüften der verwitternden Melaphyre zarte Ueberzüge von Grünerde, Eisenspath oder Eisenoxyd, Dolomit und Calcit, bisweilen auch von Manganoxyd und Quarz zum Vorschein. Es sind demnach allmählich durch Kohlensäure führendes Meteorwasser der Melaphyrmasse Kalkerde, Magnesia, Natron, Eisen- und Manganoxydul entzogen worden. Ist diese Auslaugung vollendet, dann bleibt von der Melaphyrmasse nur noch ein intensiv rothbrauner, also eisenschüssiger Thon übrig, welcher den Sonnenstrahlen ausgesetzt sich stark erhitzt, darum auch stark verdunstet und zu einer pulverigen Krume zerfällt, an schattigen, etwas feuchten Orten aber stark bindig erscheint und an muldenförmigen Orten, an denen sie nicht ausgelaugt werden kann, oft bis 10 Proc. kohlensauren Kalk, bisweilen auch Spuren von Gyps und schwefelsauren Baryt enthält.

4) Zufällige Einschlüsse: Rechnet man den Rubellan und Glimmer, welcher nur selten vorkommt, ab, so sind hier hauptsächlich noch schuppiger Eisenglanz, Pistazit und Granat (bei Ilfeld am Harz) und Pyrit (in schönen Würfeln im Druserthal am Thüringer Walde) als zufällige Gemengtheile zu erwähnen.

Viel interessanter und mannichfaltiger sind die Mineralarten, welche Melaphyre theils auf Trümmern, Nestern und Adern, theils in Blasenräumen als Kugeln, Geoden und Mandeln einschließen.

In Nordamerika bei Kenseenaw und Ontoragon am Obern See kommt sowohl eingesprengt, wie in Mandeln und Adern gediegenes Kupfer (oft in schönen Pentagondodekaëdern) und gediegenes Silber im Melaphyr vor; bei Düppenweiler und Wahlhausen in der Pfalz in Trümmern und Adern Malachit und Kupferlasur; am Thüringer Walde (bei Friedrichsrode) schöner Eisenrahm und Eisenglanz sowohl in Nestern und Blasenräumen, wie auch als glänzender Ueberzug auf Spalten. Vor allen aber spielen die verschiedenen Quarzarten bei Ausfüllung der melaphyrischen Blasenräume eine wichtige Rolle. Bei Oberstein und Idar im Fürstenthum Birkenfeld sind allein 40 Mühlen beschäftigt, die prächtigen Achatmandeln, welche zum großen Theile aus den dortigen Melaphyren kommen, zu schleifen. Aehnliche Achatmandeln, welche innerlich oft schöne Drusen von Bergkrystallen und Amethyst enthalten, besitzt der Melaphyr von Ilfeld am Harze. Der Melaphyr am Thüringer Walde dagegen hat nur höchstens haselnußgroße, gewöhnlich mit einer grünen Eisenchlorid-Rinde überzogene, Kugeln oder Sphäroide von Chalcedon, Carniol, Steinmark, Kalk-, Braun- oder Eisenspath aufzuzeigen. Seltener erscheinen Zeolithe, wie Chabasit, Harmotom und Stilbit im Innern größerer Mandelräume, z. B. bei Oberstein in der Pfalz; aber an dem oben schon erwähnten Obern See Nordamerikas bildet Datolith und Prehnit 3 Fuß mächtige Gänge.

5) Ablagerungs- und Lagerformen: Die Melaphyre sind stets ungeschichtet, aber sie treten in mehr oder minder mächtigen Lagern auf, welche oft platten- oder bankförmig abgesondert sind. Dies ist z. B.

der Fall am Tröhberg auf dem Thüringer Walde, ebenſo am Netzberge §. 185
bei Ilfeld am Harze, bei Tholei am Hunsrück. Die Platten ſind bisweilen kaum $^1/_2$ Zoll dick und dann hellklingend, wie Phonolithplatten. Die Lager ſelbſt aber erſcheinen ſehr häufig den Nebengeſteinen ganz regelmäßig eingelagert und ſtehen wohl meiſtens mit Gängen in Verbindung. Außer der plattförmigen Abſonderung zeigt der Melaphyr auch oft ſäulenförmige Bildungen (ſo im Mühlthale bei Elbingerode am Harze; bei Cainsdorf unweit Zwickau; bei Desdorf am Hunsrück; bei Dunbar in Schottland) oder concentriſch-ſchalige Kugelabſonderungen, welche namentlich bei der Verwitterung des körnigen Melaphyrs hervortreten (ſo am ſüdlichen Hunsrück; bei Mehlis im Thüringer Walde; bei Ilfeld am Harz). Außer in Lagern, welche indeſſen die bei Weitem häufigſte Lagerungsform bilden, durchſetzt der Melaphyr ſeine Nebengeſteine auch in bisweilen ſehr mächtigen Gängen, welche oft ſenkrechte, in Säulen abgeſonderte und viele Meilen weit fortziehende Felswände bilden oder ſich ſeitwärts zwiſchen die Schichten ihres Nebengeſteins lagenweiſe einzwängen oder als Decken über dieſen letzteren ſich ausbreiten.

6) Lagerungsverhältniſſe: Das Hauptgebiet der Melaphyr-Eruptionen bildet die Formation der Steinkohlen, des Rothliegenden und des unteren Zechſteines. In dieſen Formationen ſieht man ihn ſehr häufig in Verbindung mit anerkannt jüngeren Abarten des Felſitporphyres und zwar unter ſolchen Verhältniſſen, daß man nothwendig dieſen letzteren als den Bahnbrecher des Melaphyrs halten muß, ſo im Thüringer- und Druſerthal am Südabhange des Thüringer Waldes und ebenſo bei Schweina, wo der Melaphyr die unteren Glieder des Zechſteins durchbrochen und dabei zugleich einen Keil des jüngeren Felſitporphyrs vor ſich hergeſchoben hat. — Außerdem will man auch noch Melaphyre im Gebiete des Muſchelkalkes oder gar des Lias beobachtet haben, was indeſſen auf einer Verwechſelung dieſer Felsart mit dem Baſalt beruhen dürfte.

7) Hauptlagerungsorte: Der Verfaſſer nimmt hier nur ſolche Orte auf, welche nach anerkannten Autoritäten wirkliche Melaphyre enthalten.

a. In Deutſchland.

1) In der Pfalz und am ſüdlichen Theile des Hunsrück bildet der Melaphyr eine Reihe wallartig fortziehender Felsriffe, welche von Duppenweiler bis nach Kreuznach eine Längenausdehnung von 12 Meilen und zwiſchen St. Wendel, Birkenfeld, Kirn und Krummbach eine mehrere Meilen ſtarke Breitendimenſion beſitzt. Er tritt daſelbſt im Steinkohlengebiete auf; ſo bildet er an der Chauſſee zwiſchen Tholei und Sellbach einen Gang im Kohlenſandſtein und Schieferthon und hat ſeine Nebengeſteine gefrittet und grauwackeähnlich gemacht; ſo liegt er in der Steinkohlengrube Rothell unweit des Rauweiler Hofes unmittelbar auf einem Kohlenflötze und hat die Kohle deſſelben in eine Art Anthracit umgewandelt.

2) Am Harze tritt er im Mühlthale bei Elbingerode als ein 12 Fuß mächtiger Gang aus dem Kalke der devoniſchen Formation hervor und bei Ilfeld am Südrande dieſes Gebirges bildet er mit ſeinen Mandelſteinen den intereſſanten Netzberg und Herzberg im Gebiete des Rothliegenden.

§. 185. 3) Im Mansfeldischen ist er östlich vom Welbisholze im Johann-Friedrich- und Zabenstädter Stollen der oberen Abtheilung des Rothliegenden gleichförmig eingelagert.

4) Am nordwestlichen Thüringer Walde (dem eigentlichen Thüringer Walde) tritt er massenhaft in drei großen — sowohl nach der äußeren Beschaffenheit ihrer Masse, wie nach den sie umgebenden Gesteinsablagerungen verschiedenen — Gruppen auf:

a. Am Nordabhange des Gebirges ragen namentlich seine delessitreichen Mandelsteine von Winterstein bis Friedrichsrode in einem langen, ununterbrochenen Gange aus dem Gebiete des unteren Rothliegenden und des an sehr großen Orthoklaskrystallen reichen Felsitporphyres hervor; und an dem 2376 Fuß hohen Tröhberg erhebt sich ein diabasähnlicher Porphyr bis zum Gipfel dieses Berges.

b. Am Südabhange dieses Gebirges dagegen bilden dichte, oft basaltähnliche, Melaphyre zuerst einen schmalen, — bei Schweina, am Eselssprung und im Druserthal hervortretenden, — Gang, welcher zwischen dem Glimmerschiefer-Granitgebiete einerseits und dem Zechsteingebiete andererseits hinziehend zuerst von Schweina bis Kleinschmalkalden der Streichungslinie des Gebirges folgt, und dann zwischen Granit, Felsitporphyr und Steinkohlengebilden nordwärts zum Hauptkamm emporbringend bis zum großen Jagdberge reicht. Sodann aber setzen sie einen mächtigen Gang zwischen Granit und Steinkohlengliedern zusammen, welcher bis Suhla reicht. Wahrscheinlich ist aber mancher dieser vermeintlichen Melaphyre Hornblendeporphyrit.

c. An dem Südostrande des Gebirges endlich da, wo sich der eigentliche Thüringer Wald und der Frankenwald berühren, treten seine Melaphyrporphyre, Glimmerporphyre und körnigen Abarten in der Gesellschaft von Glimmerporphyrit zwischen Ilmenau, Waldau, Gehren und Schleusingen mehrfach zwischen dem Rothliegenden und Felsitporphyr nordwestlicherseits und der Grauwacke-Thonschieferformation südöstlicherseits auf.

Außer diesen drei Hauptgruppen tritt der Melaphyr noch an mehreren Punkten des Gebirges mehr vereinzelt hervor. So bildet er einen massigen Stock bei Frauenwalde, von welchem aus ein Gang grobkörnigen Melaphyrs in dem Granite bei Neuwerk unweit Schmiedefeld erscheint. — Ebenso kommt Glimmer führender Melaphyr hie und da im Gebiete des Thonschiefers — z. B. am Langenbach oberhalb Goldisthal im Schwarzwalde vor.

5) In Sachsen erscheint der Melaphyr namentlich im Kohlengebiete von Planitz unweit Zwickau; hier bildet sein Mandelstein eine dem Rothliegenden regelmäßig eingelagerte Decke und am schroffen westlichen Abhange des Oberhohndorfer Berges zeigt er interessante Verflechtungen mit dem Schieferletten des Rothliegenden, indem die Masse des letzteren in regellosen Klumpen und Adern zwischen dem Mandelsteine eingeknetet erscheint.

6) In Schlesien tritt er als Mandelstein an sehr vielen Orten zwischen Queiß und Katzbach auf, so bei Hellenwald am linken Katzbachufer, am Pfaffenberg und Lerchenberg bei Sandau u. s. w. Er bildet

im Grauwacke-Thonschiefergebiete einen fast zusammenhängenden, mächtigen Zug, in dessen Mitte Schönau liegt. Ebenso mächtig entwickelt tritt er begleitet vom Quarzporphyr aus dem Rothliegenden östlich von Landshut hervor und zieht von da südöstlich über Waltersdorf bis in die Gegend von Freudenberg.

7) Auch im nördlichen Böhmen erscheint er z. B. in dem Rothliegenden zwischen Schätzlar und Trautenau.

b. In England ist er zunächst dem Rothliegenden von Exeter eingelagert; dann bildet er mächtige Einlagerungen im Steinkohlengebiete von Wolverhampton in Staffortshire, namentlich in den Rowley-Hills, und die berühmten Toatstone-Lager in Derbyshire, durch welche der Kohlenkalkstein in mehrere Etagen abgetheilt wird. — Bei Mickleword schließt er große Sandsteinschollen ein, welche in ihrer Lage mit den Schichten des benachbarten Sandsteines übereinstimmen.

c. In Nordamerika endlich bildet der Melaphyr in der Umgebung des Obern Sees, wie oben schon angedeutet worden ist, sehr mächtige erzführende Ablagerungen.

37. Andesit. §. 186.

(Nach L. v. Buch, welcher mit diesem Namen die trachytartigen Gesteine der Andes in Südamerika bezeichnete).

1) Bestand: Krystallinisch körnige, dichte, porphyrische, bisweilen auch schlackige, schwärzliche, grüngraue, dunkelgrüne, braune (röthliche oder graulichweiße) Gesteine, welche vorherrschend aus Oligoklas (oder Andesin) und Hornblende oder Augit bestehen, aber in mehreren Arten auch Quarz enthalten, und sich in ihrem Habitus den Trachyten, in ihrem mineralischen Bestande aber den Dioriten und Porphyriten oder auch bisweilen den Diabasen nähern.

Von den ihnen nahe verwandten Trachyten unterscheiden sie sich namentlich dadurch, daß sie nicht sanidin-, sondern oligoklashaltig sind und gewöhnlich ein höheres specifisches Gewicht haben. Von den Dioriten aber, denen sie bisweilen sehr ähnlich sehen und in ihrem Bestande gleichen, sind sie noch am leichtesten durch die Art und die Orte ihres Auftretens zu unterscheiden. Und von dem, ihnen bisweilen ähnlichen, Diabas unterscheiden sie sich durch ihren Oligoklas, ihren starken Kieselsäuregehalt, welcher stets über 57 Proc. beträgt und auch durch ihre vorherrschend hellgraue oder röthliche Färbung.

Im Allgemeinen kann man sie wohl als dioritische und porphyritische Gesteine bezeichnen, welche erst in den jüngeren und jüngsten Erdrindebildungsperioden entstanden sind.

2) Arten des Andesites: Je nachdem nun ein Andesit aus Oligoklas und Hornblende oder aus Oligoklas und Augit besteht und außerdem noch Quarz enthält oder frei von demselben ist, erscheint derselbe

1) als Hornblende-Andesit und zwar { a. als Quarz haltiger, b. als Quarz freier;

2) als Augit-Andesit und zwar { a. als Quarz haltiger, b. als Quarz freier.

§. 186.

a. Hornblende-Andeſite.

A. Quarzhaltiger Hornblende-Andeſit (Dacit): Dichte, undeutlich oder auch deutlich kleinkörnige, grünlichgraue, dunkelgrüne bis ſchwärzliche, ſeltner braune, Grundmaſſe, welche aus vorherrſchendem Oligoklas (Andeſin) und Hornblende nebſt etwas Magneteiſenerz beſteht, ſehr kieſelſäurereich iſt, (woraus man auf ihren Quarzgehalt ſchließen darf, auch wenn derſelbe nicht entwickelt erſcheint) und kleine, weiße, zwillingsſtreifige Plagioklaskryſtalle (Oligoklas oder Oligoklasſanidin), ſchwarzgrüne Hornblendenadeln und hellgraue, glaſig ausſehende Quarzkörner einſchließt.

1) Die hierher gehörigen Geſteine ſehen oft Grünſteinen ſehr ähnlich, weshalb ſie auch Stache „grünſteinartige Quarztrachyte" und v. Richthofen „Grünſteintrachyte" nennt. — Auch wenn ſie äußerlich gleichartig erſcheinen, zeigen ſie unter dem Mikroſkope doch ein kryſtalliniſches Gemenge von ſehr kleinen Oligoklasſtäbchen, Hornblendemikrolithen und Magneteiſenerzkörnchen.

2) Der Quarzgehalt der Grundmaſſe giebt ſich meiſt ſchon dadurch zu erkennen, daß die letztere am Stahle ſtark funkt und dabei brenzlich riecht. Die in der Grundmaſſe liegenden Körner oder Doppelpyramiden des Quarzes enthalten in ſich ſtets Flüſſigkeiten und Beloniten. — Von den in der Grundmaſſe eingeſprengten, riſſigglaſig ausſehenden, Feldſpathkryſtallen ſind wohl die meiſten kalkhaltiger Oligoklas; indeſſen giebt es auch unter ihnen ſolche, welche ſanidin- oder labradorartig ſind. — Die in der Regel grünſchwarzen Hornblendekryſtalle zeigen ſich im Durchſchnitt grüngelb bis braunroth; oft auch zum Theil umgewandelt in Chlorit und Epidot. Neben der Hornblende machen ſich auch in der Regel noch ſechsſeitige ſchwarzbraune Magneſiaglimmertäfelchen bemerklich und zwar ſo, daß mit ihrem Zunehmen die Hornblende abnimmt. Ebenſo iſt ſpießförmiger Apatit ſehr gewöhnlich vorhanden; dagegen iſt Augit und Olivin faſt nicht bemerkbar. —

3) Das ſpec. Gewicht beträgt im Mittel 2,6.

4) Der chemiſche Gehalt zeigt im Mittel: 66,10 Kieſelſäure, 40,80 Thonerde, 6,30 Eiſenoxydul, 5,30 Kalkerde, 2,40 Magneſia, 7,70 Kali und Natron (mit vorwiegendem Natrongehalt), 0,50 Waſſer.

1) Abarten: Je nach ihrem Gefüge oder ihrem am meiſten hervortretenden Gemengtheile unterſcheidet man:

1) Körnigen Hornblende-Andeſit, in welchem aus der faſt verſchwindenden Grundmaſſe die einzelnen Gemengtheile in großen Körnern hervortreten.

Vorkommen: Rodna im Illovathal; im Vlegyaszagebirge.

2) Porphyriſche Hornblende-Andeſite: In einer dichten oder ſehr feinkörnigen Grundmaſſe liegen Kryſtalle von Oligoklas (Andeſin), Quarz, Hornblende und von wenigem Glimmer. —

Vorkommen: In Ungarn bei Kisbanya, Offenbanya, Kapnik u. ſ. w. Bei Rodna verdrängt der Glimmer faſt ganz die Hornblende und ebenſo verſchwindet daſelbſt der Quarz faſt ganz aus dem Andeſitporphyr. —

Am Zuckerhut bei Nagyag und auch am Kolžu Cſoramuluj bei Offen- §. 186.
banya aber wird die Grundmaſſe dieſes Porphyres matt, erdig und ganz trachytiſch („Trachytiſcher Andeſit").

2) Art und Orte des Vorkommens: Die Quarz-Hornblende-Andeſite oder Dacite bilden im Allgemeinen ähnlich den Trachyten theils Gänge, theils Decken und Ströme und ſetzen Gruppen und Reihen von kegel- oder glockenförmigen Kuppen zuſammen.

In Europa zeigen ſie ſich namentlich in Ungarn und Siebenbürgen; in Steyermark am Schloßberg von Wöllau; in den Euganeen am Monte alto. — Im Kaukaſus z. B. am Gipfel des Kasbeck; in Aſien am Ararat; endlich auch in Mittelamerika (Gebiet von Nicaragua und Guatemala) und an mehreren Orten der ſüdamerikaniſchen Anden.

B. Quarzfreier Hornblende-Andeſit: Feinkörnige bis dichte, grauſchwarze, ſchwarzbraune oder auch grüne Grundmaſſe, welche unter dem Mikroſkope als ein faſt glasloſes, dichtes Gemenge von farbloſen Oligoklas- und grünlichen Hornblendemikrolithen erſcheint, und in welcher kleine, weiße, zwillingsſtreifige, Oligoklastäfelchen, ſchwarze Hornblendeſäulchen und auch wohl einzelne Glimmerblätter und Magneteiſenkörnchen, aber nie Quarzkörner oder Olivin liegen.

1) Außer den eben genannten Gemengtheilen findet ſich auch bisweilen Augit oder Hauyn eingeſprengt; mit dem Mikroſkope hat man ſogar Nephelin bemerkt.

2) Spec. Gewicht im Mittel = 2,7—2,8.

3) Der chemiſche Beſtand beträgt im Mittel: 59,75 Kieſelſäure, 17,25 Thonerde, 7,57 Eiſenoxyduloxyd, 6,00 Kalkerde, 1,30 Magneſia, 3,10 Kali, 4,00 Natron, 1,00 Waſſer.

Vorkommen: Vorzüglich in Ungarn und Siebenbürgen, wo man von ihnen graue und grüne Abarten unterſcheidet, von denen die grauen im Hargittagebirge und die grünen in der Gegend von Schemnitz, Rodna, Nagyag und Offenbanya vorkommen. — Ferner im Siebengebirge an den früher ſchon genannten Punkten, am Kelberg in der Eifel; ferner in Frankreich am Rigolet-haut im Mont-Dôre, im Cantal; endlich mexicaniſche und ſüdamerikaniſche Laven von Coseguina und Costa Rica, ſowie auf Java von den Vulcanen Gunung Merapi und Patua.

b. Augit-Andeſit.

1) Beſtand: Lavenartige, meiſt baſaltähnliche, dunkelgraue, ſchwarzbraune oder ſchwarze, Geſteine, welche in einer dichten, feinkryſtalliniſchen, meiſt glasreichen, Grundmaſſe ſchmale, zwillingsſtreifige Oligoklasſtäbchen, ſchwarze Augitſäulchen und Magneteiſenkörnchen und außerdem bisweilen auch Sanidin, Hornblende und ſchwarze Glimmerblättchen, dagegen Quarz nur in einzelnen Fällen enthalten.

1) In den Augit-Andeſiten wird der größere Theil der Grundmaſſe von einem reinen und hellen oder auch mit blaugrünen oder braunen Körnchen, Trichiten und Beloniten erfüllten, Glasfluſſe gebildet. Der in dieſer Grundmaſſe auftretende Augit und Oligoklas umſchließt häufig auch einen Glaskern.

2) Quarz hat man bis jetzt nur in einzelnen Fällen, z. B. am Elbrus und Kasbeck im Kaukaſus gefunden.

3) Nach v. Draſche kommt am Smrkouzgebirge in Steyermark auch ein, aus Oligoklas und Diallag beſtehender, Diallag-Andeſit und ein Oligoklas, Sanidin und Hyperſthen haltiger Hyperſthen-Andeſit vor.

4) Das ſpec. Gewicht des Augit-Andeſites beträgt 2,54—2,74.

5) Der chemiſche Gehalt aber beträgt von einem javaniſchen, vom Widodarin-Kegel entlehnten, Augit-Andeſit nach Roſenbuſch: 58,35 Kieſelſäure, 15,17 Thonerde, 12,90 Eiſenoxydul, 5,68 Kalkerde, 1,61 Magneſia, 3,12 Kali, 4,05 Natron.

6) Vorkommen: Der Augit-Andeſit bildet Decken und Ströme in den Gebieten der jüngeren und jüngſten Vulcane, ſo namentlich in folgenden Gegenden:

a. in Europa: in Steyermark bei Videna unweit Rohitſch, im ſiebenbürgiſchen Erzgebirge am Judenberg bei Zalathna; in der Auvergne am kleinen Puy de Dôme und am Pariou;

b. auf Canaria und am Teyde auf Teneriffa;

c. auf Java am Tengger-Vulcane;

d. in Amerika am Cotopaxi, Tunguragua u. a. O.

Bemerkung: Den Trachyten und Andeſiten ſchließen ſich nach Gehalt, Entſtehungsweiſe und Vorkommen die ſchon bei den einfachen kryſtalliniſchen Felsarten beſchriebenen Hyalolithe (Perlit, Obſidian und Bimsſtein §. 157—159) an.

3. Sippe: Augitreiche Felsarten.

§. 187. **Allgemeine Beſchreibung.** — Die in der vorigen Sippe beſchriebenen Andeſite, namentlich die Augit-Andeſite, bilden ſowohl durch ihren Beſtand, wie durch die Art ihres Auftretens und Vorkommens einen Uebergang zu den Baſaltiten und durch dieſe zu den augitreichen Felsarten. In den Andeſiten indeſſen ſpielt der Augit nur die zweite Rolle und der Feldſpath die erſte; das Magneteiſenerz tritt nur mehr als eine untergeordnete Beimengung auf und der Olivin bildet eine verhältnißmäßig ſeltene Erſcheinung, während Quarz ſich noch oft bemerklich macht; dagegen tritt nun in den augitreichen Felsarten der Augit und auch das Magneteiſenerz in den Vordergrund, während nicht immer ein trikliner Feldſpath, ſei es Kalkoligoklas oder Labrador, — ſondern oft ſtatt deſſelben Nephelin oder Leucit mit dem Augite im Gemenge dieſer Geſteine auftritt, und Quarz nur noch in manchen Diabaſen vorkommt, dafür aber Olivin ſich ſehr bemerklich macht, ja in den Baſaltiten ein, wenn auch unweſentlicher doch charakteriſtiſcher, Gemengtheil iſt.

Nach allem dieſen erſcheinen alſo die augitreichen Felsarten als deutliche oder undeutliche, vorherrſchend dunkel gefärbte, ſchwarz

und weißgrau gefleckte oder auch einfarbig grau- oder blauſchwarze, bis- §. 187.
weilen auch grüne Gemenge von Augit mit einem triklinen Kalkfeldſpath, oder ſtatt des letzteren mit Nephelin oder Leucit, und Magneteiſenerz, welches meiſt titanhaltig iſt oder auch durch Titaneiſenerz theilweiſe vertreten wird.

1) Außer den eben genannten Hauptgemengtheilen machen ſich in dem Gemenge der Augitgeſteine auch noch oft bemerklich ſchwarz- oder rothbrauner Glimmer, gelbgrüner oder auch röthlicher Olivin, grünlichblauer Hauyn, bisweilen auch Kalk- und Eiſenſpath.

2) Die Augitgeſteine bilden die Hauptheimath der Mandelſteine, von denen die der Baſaltite vorherrſchend reich an Zeolithmandeln ſind, während die der Diabaſite namentlich Grünerde- und Kalkſpathausſcheidungen beſitzen.

Ihren Verwitterungsproducten nach erſcheinen die hierher gehörigen Felsarten als Hauptlieferanten von:

kohlenſaurem Kalk (Kalkſpath),
kohlenſaurer Kalkmagneſia (Dolomit),
kohlenſaurem Eiſenoxydul (Eiſenſpath) oder
ſtatt deſſen von Brauneiſenſtein, Rotheiſenſtein und Magneteiſenerz; endlich auch von
Magneſiaſilicat (Speckſtein, Serpentin, Chlorit und Olivin)
und von zeolithiſchen Mineralien.

Zugleich ergiebt ſich endlich aus allem eben Mitgetheilten, daß alle hierher gehörigen Felsarten, wenn ſie nicht geradezu Oligoklas enthalten, zu wenig Thonerde beſitzen, um bei ihrer vollſtändigen Zerſetzung wahren Kaolin oder Thon erzeugen zu können. In der That erſcheint ihr letzter Zerſetzungsrückſtand als ein inniges, gleichmäßiges Gemiſch entweder

von Thon mit Kieſelmehl (Lehmthon) oder
von Thon mit Kieſelmehl und kohlenſaurem Kalk (Lehmmergel) oder
von Thon mit Kieſelſäure, Magneſia und Eiſenoxyd (Eiſenthon, Letten, Bol), in welchem vielleicht das Eiſenoxyd die Stelle der Thonerde zum Theil vertreten muß; oder
von Thon mit Grünerde (— Walkererde — ?).

Außer dieſen Rückſtänden ſpielt indeſſen noch die kieſelſaure Magneſia, welche theils in der Form von Speckſtein, theils als erdig-ſchuppiger Chlorit (Deleſſit und Grünerde) der Erdkrume dieſer Geſteine beigemengt erſcheint, ſowie das Eiſenoxyd eine bedeutende Rolle unter den letzten Zerſetzungsproducten der augitiſchen Felsarten; ja dieſes letztere tritt nicht bloß als feinzertheilte Beimengung der Verwitterungskrume, ſondern auch in ſelbſtſtändigen Ablagerungsmaſſen ſowohl in Gängen und Stöcken, wie in Lagen im Erdboden ſelbſt (als Limonit) auf.

In ihrer Verwitterungsweiſe haben alle dieſe augitiſchen Felsarten noch das mit einander gemein, daß ſie im erſten Momente ihrer Verwitterung ſich mit einem weißlichen Hauche von kohlenſaurem Kalk und Eiſenoxydul überziehen, welcher ſich ſehr bald violett und dann lederbraun färbt und anfangs mit Säuren brauſt, und dann unter dieſem, aus Eiſenoxydhydrat

bestehenden, Ueberzuge eine zweite weiße, aus Kalkmergel bestehende Rinde bilden. Außerdem ist bei den hypersthen- und augitreichen Arten dieser Gesteine in Folge ihres starken Eisengehaltes häufig im weiteren Verlaufe ihrer Verwitterung eine von Außen nach Innen vorschreitende, concentrische Schalenbildung zu bemerken, deren einzelne, 1—10 Linien dicke, Lagen sowohl an ihrer convexen wie an ihrer concaven Seite gewöhnlich mit einem mehr oder weniger metallisch glänzenden, erdbraunen oder schwarzen, bisweilen sogar krystallinischen, Ueberzuge von Eisenglanz und Magneteisenerz bedeckt sind.

Je nach ihrem specielleren Bestande zerfallen die hierher gehörigen Felsarten in zwei Familien, nemlich in:

1. Familie: Basaltite, welche aus einem Gemenge von Augit und Magneteisenerz oder Titaneisenerz mit einem triklinen Kalknatronfeldspathe oder statt dessen mit Nephelin oder Leucit bestehen und charakterisirt werden durch eine, unter dem Mikroskope mehr oder weniger entwickelt hervortretende, reine Glasmasse, durch eine vorherrschend schwarze Färbung, durch ein hohes specifisches Gewicht, durch ihren gänzlichen Mangel an Quarz, durch den fast nie in ihnen fehlenden Olivin und durch ihren Reichthum an zeolithischen Einwüchsen;

2. Familie: Diabasite, welche aus einem rein krystallinischen, ganz glaslosen, Gemenge von einem triklinen Kalknatronfeldspathe (Plagioklase) mit Augit, Epichlorit und titanhaltigem Magneteisenerz bestehen und außerdem auch meistens Titaneisenerz und Calcit, in einzelnen Fällen auch noch Quarz enthalten; sich durch ihr Ansehen theils den Syeniten und Dioriten, theils auch manchen Porphyriten und Melaphyren nähern, gewöhnlich aber eine mehr oder weniger hervortretende grüne Färbung (— daher Grünsteine genannt —) besitzen und sich durch ihre Bildungen von Kugeln und Mandeln von Kalkspath auszeichnen.

I. Familie: Basaltite.

§. 188. **Bestand und Arten.** — Wie eben angegeben worden, so sind Basalte vorherrschend schwarz gefärbte Gesteine, welche wesentlich aus einem Gemenge von Augit, Magneteisenerz oder Titaneisenerz und einem triklinen Kalknatronfeldspath (Plagioklas) oder statt dessen Nephelin oder Leucit bestehen, sehr gewöhnlich auch Olivin enthalten und unter dem Mikroskope in Dünnschliffen stets eine mehr oder weniger hervortretende amorphe Glasmasse zeigen.

Je nach den sie bezeichnenden Gemengtheilen hat man von ihnen folgende Arten unterschieden:

1) Feldspath- oder Plagioklasbasaltite, welche neben Augit und Magneteisenerz Plagioklas, bisweilen auch etwas Nephelin enthalten;

2) Nephelinbasaltite, welche statt des Plagioklas Nephelin enthalten;

3) Leucitbasaltite, welche vorherrschend Leucit, aber meist auch Nephelin und oft auch etwas Feldspath enthalten. Die Leucit-Nephelinbasaltite sind nun weiter

a. Augitleucitbasalte, in denen Leucit mit Augit und Magneteisenerz;

b. Hauynleucitbaſalte, in denen Leucit mit Nephelin, Hauyn, Augit und Magneteiſenerz;

c. Glimmerleucitbaſalte, in denen Leucit oder Nephelin oder auch Feldſpath im Verbande mit Augit, Glimmer und Magneteiſenerz im Verbande erſcheint.

Jede von dieſen Arten kann endlich nach ihrem Gefüge körnig-kryſtalliniſch, dicht, porphyriſch oder auch mandelförmig erſcheinen.

1. Feldſpath- oder Plagioklasbaſaltite. §. 189.

38. Plagioklas-Dolerit.

(Nach Hauy vom griech. δόλερος, täuſchend, weil man ihn früher mit Diorit verwechſelte. — Mimosite; Flöz-Grünſtein; Duckſtein).

1) Beſtand: Deutliches, grob- bis mittelkörniges, weißgrau und ſchwarzgeflecktes, Gemenge von vorherrſchendem triklinem Kalknatronfeldſpath (Plagioklas), Augit und titanhaltigem Magneteiſenerz; ſehr häufig auch mit etwas Apatit, Eiſenſpath und Calcit, dagegen nur ſelten mit Olivin oder Nephelin.

1) Unter dem Mikroſkope in Dünnſchliffen erſcheint der im Doleritgemenge gewöhnlich vorherrſchende Plagioklas im polariſirten Lichte ſchön farbig geſtreift, der Augit aber bräunlich. Von amorpher, glasartiger Zwiſchenſubſtanz jedoch iſt nur ſelten etwas zu bemerken.

2) Der Plagioklas bildet Täfelchen, welche im friſchen Zuſtande unter der Loupe zwillingsſtreifig ſind, im verwitterten Zuſtande aber matt erſcheinen und mit Säuren aufbrauſen; der Augit dagegen zeigt ſich in kleinen, ſchwarzen, beim Verwittern roſtbraunen Säulchen; das Magneteiſen bildet kleine, oft oktaëdriſche, Körnchen und wird bisweilen durch Titaneiſenerz vertreten. — Nicht ſelten wird die Doleritmaſſe durch Hervortreten von größeren Augit- oder auch Plagioklaskryſtallen porphyrartig; dagegen iſt die amygdaloïdiſche Entwickelung ſelten.

3) Bei der Verwitterung überzieht ſich das Geſtein mit einer ſchmutzig bräunlichgrauen, mit Säuren aufbrauſenden, Rinde, aus welcher die ſchwerer verwitternden Augitſäulchen deutlich hervortreten. — Als Zerſetzungsproducte der Doleritmaſſe findet man dann auch in Lücken und Riſſen derſelben Eiſenſpath, Calcit, Eiſenglanz, Zeolithe und bisweilen auch Apatitſäulchen.

4) Das ſpec. Gewicht beträgt 2,75—2,96, am meiſten 2,8.

5) Der chemiſche Gehalt des Dolerites beträgt im Mittel: 50,59 Kieſelſäure, 14,10 Thonerde, 16,02 Eiſenoxyd, 9,20 Kalkerde, 5,09 Magneſia, 1,05 Kali, 2,19 Natron, 1,78 Waſſer.

2) Unter den intereſſanten Fundorten des Dolerites iſt namentlich zu nennen: der Meißner (an der Kalbe und am Altarſtein), in Heſſen, die Löwenburg im Siebengebirge, das Brinkenköpfchen bei Kelberg in der Eifel; der Puy de Barneire in der Auvergne; Radicofani in Italien; ſodann die Faröerinſeln und Island.

§. 189.

38 a. Plagioklas-Anameſit.

(Nach v. Leonhard, von ἀνάμεσος, in der Mitte ſtehend, weil er gewiſſermaßen zwiſchen Dolerit und Baſalt einen Uebergang bildet).

1) Beſtand: Ein, ſeinen Gemengtheilen nach dem Dolerite ganz gleiches, Gemenge von Plagioklas, Augit und Magneteiſenerz, aber mit ſo feinkörnigem Gefüge, daß ſeine Gemengtheile nur noch mit der Loupe zu erkennen ſind und das Geſtein faſt einfarbig graulich oder braunſchwarz ausſieht.

1) In Dünnſchliffen zeigt ſich unter dem Mikroſkope zwiſchen den farbloſen Feldſpathſtengelchen und dem nur ſparſam vorhandenen, braungelben Augite eine amorphe braunſchwarze Magmamaſſe, in welcher ſo zahlreiche ſchwarze Trichiten vorhanden ſind, daß man kaum die eigentliche Magmamaſſe erkennen kann.

2) Das ſpec. Gewicht beträgt im Allgemeinen 2,7—2,8. — In dem chemiſchen Gehalte zeigen ſich dieſelben Beſtandtheile, aber mehr Kieſelſäure (52—53 Proc.) als im Dolerit.

2) Unter den Fundorten des Anameſites ſind vorzüglich zu erwähnen: Steinheim bei Hanau; Wilhelmshöhe bei Caſſel; der Kutzenberg im Siebengebirge; außerdem vielfach verbreitet in Irland, Schottland und Island.

38 b. Feldſpath- oder Plagioklas-Baſalt.

(Ein alter Namen, welcher nach Einigen von dem äthiopiſchen bſelt oder bſalt, gekocht oder gebrannt, abſtammen ſoll und ſchon von Agricola gebraucht wurde. — Basaltites; Basanit; Lave basaltique uniforme nach Hauy).

1) Beſtand: Eine ſcheinbar ganz dichte, gleichartige, grau- oder blauſchwarze, mit ſplitterigem, etwas flachmuſcheligem Bruche verſehene, Maſſe, welche unter dem Mikroſkope in Dünnſchliffen einerſeits Plagioklas, Augit und titanhaltiges Magneteiſenerz nebſt Olivin und bisweilen auch etwas Apatit und Nephelin und andererſeits eine amorphe, bald rein glaſige, bald mehr opalartige Grundmaſſe erkennen läßt.

1) Die Plagioklastäfelchen zeigen ſich im polariſirten Lichte ſehr ſchön buntgeſtreift und ziemlich frei von Glaseinſchlüſſen; der Augit aber, welcher oft ein ſchaliges Gefüge hat, iſt reich an Einſchlüſſen von blaſigem Glaſe, Apatitnädelchen, braunen oder grünen Augitmikrolithen, und Magneteiſenkörnchen; der Olivin ferner iſt in Dünnſchliffen grünlich, reich an Einſchlüſſen von Glas, Magneteiſen, Titaneiſen und Flüſſigkeit und meiſtens in der Serpentiniſirung begriffen; der Apatit endlich bildet klare, lange, im Querſchnitte ſechseckige Säulen.

2) Die amorphe, glasartige Grundmaſſe, — welche gewöhnlich in reichlicher Menge vorhanden iſt, bisweilen aber auch nur noch in Spuren ſich zeigt, ſo daß die Baſaltmaſſe als ein mikrokryſtalliniſches Gemenge erſcheint, zwiſchen deſſen einzelnen Körnern die noch vorhandene Glasgrundmaſſe wie dünne Schalen hervortritt, — iſt entweder rein glaſig oder ganz von einem Gewirre von Trichiten und farbloſen Kryſtallembryonen durchzogen.

3) Das ſpec. Gewicht des Baſaltes beträgt 2,9—3,1. §. 189.

4) Chemiſches Verhalten. Im Kölbchen erhitzt 2—4 Procent Waſſer ausgebend. — Mit Salzſäure als Pulver erwärmt meiſt mehr oder weniger aufbrauſend und ſich theilweiſe und unter Abſcheidung eines grauen, ſchleimigen Pulvers zerſetzend. — Vor dem Löthrohre zu einer grauen oder ſchwärzlichen Schlacke ſchmelzend. — Der chemiſche Gehalt beträgt im Allgemeinen: 43,00 Kieſelſäure, 14,00 Thonerde, 15,30 Eiſenoxyd und Oxydul, 12,10 Kalkerde, 9,10 Magneſia, 1,30 Kali, 3,87 Natron, 1,30 Waſſer.

2) Abarten. Der dichte Plagioklas-Baſalt, welcher nach dem eben Mitgetheilten theils eine vorherrſchend glaſige, theils eine mikrokörnige Maſſe beſitzt, zeigt bisweilen auch eine in runde, hirſen- bis erbſengroße Kugeln abgeſonderte Maſſe, ſo daß ſie faſt ſphärolithiſch erſcheint (z. B. an der Stopfelskuppe bei Eiſenach und bei Lauterbach am Vogelsberg). Im friſchen Zuſtande des Baſaltes treten dieſe Kügelchen nur als dunkle, geſtrahlte Flecken aus der Grundmaſſe hervor; bei der Verwitterung dieſer Maſſe aber färben ſie ſich ockergelb und ſondern ſich mehr ab, bis zuletzt ihr Aggregat in ein Haufwerk von einzelnen, äußerlich ockergelb gefärbten, Kugeln zerfällt. Sie beſtehen aus viel Augit und Magneteiſen, aber wenig Feldſpath. — Außerdem treten nicht ſelten aus der dichten baſaltiſchen Maſſe kleinere und größere Kryſtalle von mattſchwarzem Augit und ſtark glänzender baſaltiſcher Hornblende (Kalkhornblende), ſeltner von Magneteiſenerz und noch ſeltner von graulichweißen Feldſpathtäfelchen hervor und machen dieſelbe porphyriſch (Baſaltporphyr an den Baſaltbergen in der Umgebung des Streu- und Feldethales auf der Rhön). Am häufigſten aber treten aus der Baſaltmaſſe ölgrüne, ſtark glänzende Kryſtalle, Körner und körnige Kugeln von Olivin hervor, von denen indeſſen die letzteren meiſt glanzlos, grüngelb oder auch röthlich, matt und ſelbſt erdig erſcheinen und einen Uebergang in Serpentin oder Lherzolith bilden (z. B. bei Lauterbach am Vogelsberg). — Endlich kommt auch die Baſaltmaſſe blaſig vor, und dann ſind ihre Blaſenräume mehr oder weniger angefüllt mit Mineralien verſchiedener Art, ſo namentlich mit Zeolitharten (Stilbit, Desmin, Harmotom, Meſotyp, Chabaſit, Phillipſit, Analcim, Heulandit, Apophyllit), Aragonit, Calcit, Sphäroſiderit, Amethyſt, Chalcedon, Opal und Hyalith, — kurz, mit lauter Mineralarten, welche ſich anerkannt aus der Zerſetzung und Umwandlung des Feldſpathes oder auch des Augites entwickelt haben und zum Theil noch gegenwärtig entwickeln, wie dieſes z. B. vom Hyalith erwieſen iſt, welcher auf den Spalten des Baſaltes am Fuchsberg bei Striegau die an den Felswänden wohnenden Rindenflechten überzieht. Die auf dieſe Weiſe mit Mineralmandeln verſehenen blaſigen Baſalte nennt man gewöhnlich Baſaltmandelſteine. Wenn dann weiter durch Verwitterung der Mandeln und zugleich auch der dieſelben umſchließenden Baſaltmaſſe das Gefüge gelockert und erdig wird, dann fallen dieſe Mandeln mehr oder weniger aus und das ganze Geſtein wird blaſig, ſchwammig oder wackenartig (bei der ſogenannten Baſaltwacke).

3) Außer den eben erwähnten Einwüchslingen und Ausſcheidungen zeigen ſich in der Baſaltmaſſe auch noch Mineralien, welche als unweſentliche oder zufällige Beimengungen derſelben zu betrachten ſind, ſo z. B. Bronzit bei Oberwinter am Rhein, eben daſelbſt auch Sapphir, Zirkon, Magnetkies und Titaneiſenerz; ferner ſchwarzbrauner Glimmer und kupferrother Rubellan (z. B. bei Außig in Böhmen). Oft befinden ſich aber auch in der Baſaltmaſſe Trümmer von Felsmaſſen, welche der Baſalt durchbrochen hat, ſo im Baſalte an der Stopfelskuppe bei Eiſenach größere und kleinere, gefrittete, verſchlackte oder halb verglaſte Brocken von Buntſandſtein, am Ochſenberg bei Bacha Trümmer von Muſchelkalk u. ſ. w.

4) Ueber die Felsabſonderung, Bergbildung und Verwitterung vgl. §. 192.

§. 190.

2. Nephelinbaſaltite.

39. Nephelindolerit.

1) Beſtand: Ein kryſtalliniſch-körniges, grünlichgrau und ſchwarzgeflecktes, Gemenge von Nephelin, Augit und Magneteiſenerz, wozu ſich in der Regel auch noch mehr oder weniger Olivin geſellt.

1) Unter den eben angegebenen weſentlichen Gemengtheilen verdient der Nephelin eine beſondere Beſchreibung. Er bildet grünliche, grünlichgraue oder auch bisweilen gelbbraune, fett- oder ölglänzende Körner oder auch hexagonale Säulen, welche im Querbruche ſtets ein Hexagon zeigen. Seine Härte iſt gewöhnlich geringer als die des Feldſpathes (= 5,5). Durch Salzſäure wird er leicht, vollkommen und unter Abſcheidung von Kieſelgallerte zerſetzt. — In Dünnſchliffen unter dem Mikroſkope zeigt er folgende Eigenſchaften. Er beſitzt nur eine ſchwache Doppelbrechung und zeigt darum bei der Polariſation nur lichtblaugraue und hellbraungelbe Farben. Seine Maſſe iſt entweder ganz waſſerhell oder zeigt viele kleine Mikrolithe, namentlich grünliche Nadeln und Körnchen von Augit, welche mit ihrer Längenaxe den Umriſſen des Nephelins parallel liegen. Bisweilen umſchließt ſie auch eine Flüſſigkeit. — Der Augit, welcher bald vorherrſcht, bald im Verhältniß zum Nephelin zurücktritt, bildet kleine, oft gut ausgebildete, Kryſtalle, und das Magneteiſenerz zeigt ſich in kleinen bis erbſengroßen Körnern und Oktaëdern. — Das ſpec. Gewicht beträgt 2,9—3,1.

2) Der chemiſche Beſtand des den Charakter dieſer Geſteinsart am reinſten zeigenden, Nephelindolerits vom Katzenbuckel im Odenwalde enthält nach Roſenbuſch: 42,3 Kieſelſäure, 28,0 Thonerde und Eiſenoxyd, 13,65 Kalkerde und Magneſia, 2,73 Kali, 5,18 Natron, 0,65 Phosphorſäure und 3,59 Waſſer nebſt etwas Oxyde des Kobalts, Nickels und Mangans.

2) Unter den unweſentlichen Gemengtheilen des Nephelindolerites machen ſich außer dem am meiſten auftretenden Olivin beſonders

bemerklich lange helle, oft durch den Nephelin und Augit durchgewachſene Apatitnadeln, Magneſiaglimmer, Granat, Melanit, Noſean, Sodalith (in großer Menge im Dolerit von Meiches in Heſſen), Titanit und bisweilen auch ſchmale Stengelchen von Sanidin. §. 190.

3) Abarten: Betrachtet man den Nephelindolerit vom Katzenbuckel im Odenwalde als das Normalgeſtein der hierher gehörigen Dolerite, ſo ſind der Nephelindolerit von Meiches am Vogelsberge, welcher außer den eigentlichen Doleritgemengtheilen noch einen triklinen Feldſpath (Barytoligoklas), und dann noch Leucit, Apatit und Sodalith nebſt etwas Titanit enthält; — der Nephelindolerit von Löbau in der Oberlauſitz, welcher zwiſchen ſeinen eigentlichen körnigen Doleritgemengtheilen eine amorphe graugrüne, bei ſtarker Vergrößerung eine ausgezeichnete Mikrofluidalſtructur zeigende, Maſſe zeigt; — der Nephelindolerit von Oberbergen im Kaiſerſtuhl, welcher aus einem körnigen Gemenge von Nephelin, Augit, Noſean, Magneteiſenerz, Plagioklas, Sanidin, Melanit und Apatit beſteht und Reſte von einer glaſigen Grundmaſſe enthält; — ſo ſind alle dieſe Dolerite als Abarten des Katzenbuckel-Dolerites zu betrachten. — Außerdem geht der Nephelindolerit durch Kleiner- und Undeutlichwerden ſeines Gefüges auch noch in Nephelin-Anameſit und in Nephelinbaſalt über.

4) Vorkommen. — Außer den eben genannten, gewiſſermaßen den Nephelindolerit charakteriſirenden Fundorten ſind hier noch zu nennen: Wickenſtein in Schleſien, Schreckenſtein und Tichlowitz in Böhmen, der Hohenhöwen im Hegau, ehedem auch die jetzt ausgebrochene Pflaſterkante bei Markſuhl (1 Meile von Eiſenach).

39a. Nephelinbaſalt.

1) Beſtand: Eine dichte, blauſchwarze, äußerlich zwar von dem gemeinen Feldſpathe nicht unterſcheidbare, aber bei der Behandlung mit Salzſäure leichter und ſtärker zerſetzbare, und dabei einen aus grauem Pulver und Kieſelgallerte beſtehenden Rückſtand gebende, Maſſe, welche unter dem Mikroſkope außer den weſentlichen Gemengtheilen (— Nephelin, Augit, Magneteiſenerz und Olivin —), ſehr häufig auch etwas Feldſpath oder Leucit, und außerdem noch oft Apatitſäulchen und ſchwarze Magneſiaglimmerblättchen, bisweilen auch einzelne Noſeane oder Melilith, aber ſehr wenig Glasmaſſe zeigen.

1) Das Verhalten gegen Salzſäure iſt ebenſo charakteriſtiſch, wie die geringe Menge von Glasmaſſe. Außerdem zeigt der Nephelinbaſalt bei der Verwitterung zuerſt eine weiße, kaoliniſche, wenig oder nicht mit Säuren brauſende, dann aber eine gelbbraune Rinde, der Feldſpathbaſalt dagegen zeigt eine graue, ſpäter auch lederbraun werdende, aber mit Säuren ſtark brauſende, mergelige Rinde. — Spec. Gewicht = 2,9 — 3,1.

2) Der chemiſche Gehalt beträgt im Mittel: 45,52 Kieſelſäure, 16,50 Thonerde, 11,20 Eiſenoxyd und Oxydul, 10,62 Kalk, 4,35 Magneſia, 1,95 Kali, 5,40 Natron, 2,68 Waſſer.

2) Der Nephelinbasalt enthält bisweilen in seiner Grundmasse größere und reiner ausgebildete Nephelin- oder auch Augitkrystalle, wodurch er zum Nephelinbasalt-Porphyr wird. Ebenso bildet er auch Mandelsteine, welche in ihren Blasenräumen oft schöne Krystalle von Nephelin, Zirkon, Sapphir und Hauyn oder auch Melilith enthalten (z. B. in den sogenannten Mühlsteinlaven von Niedermendig und anderen Orten am Laacher See). Unter den unwesentlichen Gemengtheilen des Nephelinbasaltes treten Hauyn und Magnesiaglimmer (Rubellan) an manchen Orten so beständig und zahlreich auf, daß man die mit ihnen ständig versehenen Basalte als Hauyn- und Glimmerbasalte bezeichnet hat. Da indessen dieselben neben Nephelin auch Leucit, und zwar meist in vorherrschender Menge, enthalten, so werden sie gewöhnlich als Abarten des Leucitbasaltes betrachtet (s. daher Abarten dieses letzteren).

3) Als auszeichnende Fundorte des Nephelinbasaltes sind hier hervorzuheben:

Die Stopfelskuppe bei Roßdorf hinter Salzungen; der Umpfen bei Kaltennordheim an der Rhön; Scheibenberg, Spechthausen, Joachimsthal am Erzgebirge; Kohlbach bei Bayreuth; Tichlowitz im böhmischen Mittelgebirge; Sinsheim in Baden; Auerbach an der Bergstraße.

Die Nephelinbasalt-Laven aber zeigen sich namentlich in der Umgebung des Laacher Sees, Niedermendig, im Lavastrom des Bellenbergs und Hochsimmer.

§. 191. 3. Leucitbasaltite.

40. Leucitdolerit. (Leucitophyr).

1) Bestand: Krystallinisch-feinkörnige bis scheinbar dichte, asch- bis röthlichgraue, Gesteinsmasse, welche wesentlich aus einem Gemenge von Leucit, Augit und Magneteisen besteht, aber gewöhnlich auch Olivin und Nephelin, ja oft auch Hauyn oder Glimmer enthält. In dieser Grundmasse erscheinen graulichweiße, erbsen- bis haselnußgroße, vollständig ausgebildete, Leucitkrystalle und bisweilen auch schwarze Augitkrystalle und weiße, ölglänzende Nephelinsäulchen eingewachsen, so daß das Gestein ein porphyrisches Ansehen erhält (deshalb auch Leucitophyr genannt).

1) Der Leucit bildet tetragonale (— nicht, wie man früher glaubte und wie auch irrthümlich in der I. Abtheilung dieses Werkes angegeben ist, tesserale —) Krystallformen, unter denen am meisten die, — einem regelmäßigen Ikositetraëder so äußerst ähnliche, — Combination einer tetragonalen Pyramide mit einer ditetragonalen Pyramide und der ersten tetragonalen Säule vorkommt. Unter dem Mikroskope zeigt er in Dünnschliffen einen farblosen, achtseitigen Querschnitt, eine einfache Strahlenbrechung und einen großen Reichthum von verschiedenartigen Einschlüssen, unter denen grüne, gelbe und braune Augitnädelchen und halbglasige Schlackenkörnchen am meisten sich bemerklich machen. Das Merkwürdigste bei diesen mikroskopischen Leuciteinschlüssen ist nun noch, daß sie entweder um den

Kern der Kryſtalle zuſammengeſchaart liegen oder Reihen bilden, §. 191.
welche den acht Seitenflächen der Leucitkryſtalle parallel ziehen. (Fig. 100 zeigt einen Leucitquerſchnitt mit Mikrolithen aus einem Baſalte von Schackau auf der Rhön).

Fig. 100.
Leucit mit Mikrolithen aus dem Baſalt von Schackau auf der Rhön.

2) In manchen Leucitophyren (z. B. bei Rieden am Laacher See) tritt Noſean in heller- oder dunklergrauen, 1 bis 5 Mm. großen, Rhombendodekaëdern ſo häufig auf, daß man ihn für einen weſentlichen Gemengtheil derſelben halten muß, weshalb man dieſe Geſteine auch Noſean-Leucitophyre genannt hat. In der Regel zeigen dieſelben auch noch kleinere oder größere Nephelin-, Augit- und Sanidinkryſtalle, ſowie Täfelchen von Magneſiaglimmer und gelbliche Körner von Titanit.

3) Das ſpec. Gewicht des Leucitophyrs beträgt 2,5 — 2,9.

4) Der chemiſche Gehalt deſſelben aber umfaßt im Mittel: 48,88 Kieſelſäure, 19,50 Thonerde, 9,24 Eiſenoxyd und Oxydul, 8,86 Kalkerde, 1,90 Magneſia, 6,52 Kali, 4,36 Natron. Dagegen enthält der Schorenberger Noſean-Leucitophyr nach vom Rath: 49,18 Kieſelſäure, 20,65 Thonerde, 5,97 Eiſenoxydul, 2,43 Kalkerde, 0,29 Magneſia, 6,88 Kali, 9,72 Natron, 1,60 Schwefelſäure, 0,28 Chlor und 1,60 Waſſer.

2) Vorkommen. Die Leucitophyre treten vorherrſchend im Gebiete der jüngeren Vulcane Italiens auf. Die Laven im Albaner Gebirge und Capo di Bove gehören namentlich zu ihnen. Aber auch im Vulcangebiete des Laacher Sees (— die loſen Blöcke in den Tuffen des Burgberges bei Rieden, am Selberge, am Schorenberg —), dann am Eichberg bei Rottweil im Kaiſerſtuhle, ferner bei Böhmiſch Wieſenthal, endlich bei Tichlowitz und Außig in Böhmen kommen Leucitdolerite vor.

40 a. Leucitbaſalt.

1) Beſtand: Eine, in ihrem Aeußern dem Feldſpath- und Nephelinbaſalte ganz ähnliche, ſcheinbar dichte, ſchwarze Geſteinsmaſſe, welche unter dem Mikroſkope als ein faſt gleichmäßiges, faſt glanzloſes, kryſtalliniſch-körniges Gemenge von Leucit, Augit, Magneteiſenerz und Olivin nebſt mehr oder weniger Nephelin erſcheint.

1) Durch das faſt gänzliche Verſchwinden der amorphen Grundmaſſe ſowohl, wie auch durch den gänzlichen Mangel an Feldſpath, und endlich auch durch die achtſeitigen Querſchnitte des Leucites in Dünnſchliffen unterſcheidet ſich der Leucitbaſalt ſcharf von den übrigen Baſalten.

2) Der chemiſche Gehalt des Leucitbaſaltes von Paskopola im böhmiſchen Mittelgebirge beträgt nach Bořicky: 43,72 Kieſelſäure, 27,34 Thonerde, 11,66 Eiſenoxyd, 1,70 Magneſia, 7,49 Kalkerde, 7,37 Natron, Kali und Waſſer.

2) Abarten: Bisweilen enthält der Leucitbaſalt neben ſeinen weſentlichen Gemengtheilen auch noch in reichlicher Menge:

1) Sanidin nebſt Oligoklas; dieſes iſt z. B. der Fall bei den Laven des Bolſener Sees und Viterbo. Man hat dieſe Leucitgeſteine Leucitſanidingeſteine genannt;
2) Hauyn. Die hierher gehörigen Geſteine, welche neben Leucit, Augit und Magneteiſenerz auch deutlich ausgebildete Hauyne und Nephelin enthalten und gewöhnlich ein porphyriſches Gefüge beſitzen, hat man Hauynbaſalte genannt. Zu ihnen gehören viele Laven am Laacher See und die Geſteine vom Monte Vultur und le Braidi bei Melfi;
3) ſchwarzen oder braunrothen Glimmer. Man hat alle die Baſalte, — nicht bloß die Leucit-, ſondern auch die Nephelin- und Feldſpathbaſalte, — in denen er in ſehr reichlicher Menge auftritt, Glimmerbaſalte genannt. Sie kommen auf der Rhön (— z. B. am Calvarienberg bei Poppenhauſen [der Buchonit Sandbergers]), in der rauhen Alp, in Sachſen, an der Landskrone bei Görlitz u. ſ. w. vor.

3) Vorkommen. Außer an den ſchon genannten Orten findet ſich der Leucitbaſalt auch noch am Kaiſerſtuhl bei Rottweil, an vielen Orten in der Umgebung des Laacher Sees, an der Stopfelskuppe bei Eiſenach, auf der Rhön bei Schackau, am Erzgebirge auf der Geiſinger Kuppe bei Altenberg, am Pöhlberg bei Annaberg, bei Stolpen in Sachſen, am öſtlichen Abhange des Milleſchauer in Böhmen.

§. 192. Von den Verwitterungsverhältniſſen der Baſaltite im Allgemeinen.

Die Baſaltite zeigen ſich nicht alle gleich empfänglich gegen die Verwitterungspotenzen; auch geben ſie nicht alle gleiche Arten von Zerſetzungsproducten. Zunächſt übt bei ſonſt gleichem Gemenge das Gefüge einen großen Einfluß aus, in Folge deſſen die grobkörnigen Dolerite eher und ſchneller verwittern, als die feinkörnigen Anameſite und porphyriſchen Baſalte, aber dieſe noch immer ſchneller als die dichten Baſalte. Am ſchnellſten wirken die Verwitterungspotenzen auf die blaſenreichen Baſalte und baſaltiſchen Mandelſteine und zwar auf letztere um ſo ſtärker ein, je reicher dieſelben an Kalkſpath-, Chabaſit- und Meſotypmandeln ſind. Am langſamſten endlich verwittern diejenigen Baſalte, welche viel glaſige Grundmaſſe beſitzen. — Wie nun die Art der Structur, ſo übt auch die Art der Gemengtheile einen großen Einfluß auf die Zerſetzbarkeit der Baſaltite aus. Unter den in den vorſtehenden Paragraphen beſchriebenen Baſaltitarten widerſtehen, ſoweit die Erfahrung lehrt, die Nephelinbaſalte ſtärker der Verwitterung als die Leucitbaſalte und dieſe immer noch ſtärker

als die Feldſpathbaſalte. Indeſſen wird bei allen dieſen Arten die Ver- §. 192.
witterung um ſo mehr beſchleunigt, je mehr ſie Olivinaggregationen enthalten; denn dieſe letzteren werden ziemlich raſch unter dem Einfluſſe der Atmoſphärilien, wie ſchon in der Mineralogie S. 675 gezeigt worden iſt, theils in eine ſpeckſteinartige oder ſerpentiniſche Maſſe, theils in eine körnig-krümelige, ockergelbe, Waſſer anziehende und feſthaltende, Subſtanz umgewandelt, welche endlich vom Waſſer ausgeſchlämmt wird, ſo daß nun an der Stelle der Olivine Löcher in der Baſaltmaſſe entſtehen, in denen dann das Meteorwaſſer beſſer haften und auf die letztere dauernder einwirken kann.

Die Verwitterung der eigentlichen Baſaltmaſſe beginnt nun ſtets zuerſt mit der allmählichen Umwandlung des vorhandenen Feldſpathes und geht erſt dann, wenn dieſer ſchon faſt thonartig geworden iſt, auf den Augit über, ſo daß man an angewitterten, ſelbſt ſcheinbar ganz dichten, Baſalten alsdann ſchon mit der einfachen Loupe die ſchwarzen Augitkörnchen von den heller grau gewordenen Feldſpathkörnern unterſcheiden kann. Im Anfange dieſes Zerſetzungszuſtandes zeigt ſich auf der Oberfläche eine zarte, weißliche Haut, welche mit Säuren ſchwach brauſt und ſich allmählich lederbraun färbt. Alsdann bildet ſich unter dieſer Haut eine weiße, aus Kalk- und Eiſenoxydulcarbonat beſtehende Lage, welche indeſſen auch bald ockergelb wird. Unter dem Schutze dieſer Verwitterungsrinde kann nun, — namentlich auf Klüften, — das Meteorwaſſer nachhaltiger wirken. Jetzt laugt es zuerſt aus dem Feldſpathe alle Kalkerde und alles Natron als Bicarbonat, ja auch einen Theil der Kieſelſäure aus, ſo daß von ihm eine ſchmutzig graubräunliche Thonkrume übrig bleibt, in welcher zahlloſe Augit- und Magneteiſenkörnchen liegen: dann aber greift das Meteorwaſſer auch den Augit an und beraubt ihn faſt ſeines ganzen Kalk- und Magneſiagehaltes, ſo daß von ihm nur noch ein Gemenge von Eiſenthon mit etwas kieſelſaurer Magneſia übrig bleibt. Indem ſich nun der thonige Feldſpathrückſtand mit dieſem augitiſchen Eiſenthone mengt, entſteht eine krümliche, keineswegs ſchmierige und nur wenig plaſtiſche kalkige Lehmart von ſchmutzig grünlichgrauer Farbe, welche indeſſen immer noch zahlreiche Augitkörnchen enthält. Aber auch dieſe Lehmkrume ändert ſich noch in ihrem Gehalte, indem aus den in ihr noch vorhandenen Augitreſten ein Gemiſch von Grünerde und etwas kalkhaltigem Eiſenthon entſteht, welcher ſich nun wieder mit dem Feldſpaththone zu einer mager anzufühlenden, eiſenſchüſſigen Thonmergelkrume mengt.

1) Bei blaſenreichen Baſalten kommt es ſehr gewöhnlich vor, daß die von Außen nach Innen verlaufende Verwitterung ſo allmählich vorwärts ſchreitet, daß die hierdurch entſtehende Thonſubſtanz wieder erhärtet und die ganze Steinmaſſe ihre äußere Form nicht verändert. Die ſo aus erhärteter Thonſubſtanz beſtehenden blaſigen Baſaltmandelſteine, wie ſie unter anderem ſchön bei Poppenhauſen an der Rhön vorkommen, hat man *Baſaltwacken* genannt. Sie enthalten oft in ihren Blaſenräumen die ſchönſten Druſen von Kalkſpath, Aragonit, Eiſenſpath, Eiſenglanz, Chabaſit, Meſotyp und anderen Zeolithen, alſo von lauter Mineralien, welche bei dem Verwitterungs-

proceſſe aus der Baſaltmaſſe entſtanden und durch das Waſſer ausgelaugt worden ſind.

2) Nach allem eben Mitgetheilten entſtehen alſo bei der Verwitterung der Feldſpathbaſalte zweierlei neue Mineralſubſtanzen, nemlich:
   a. auslaugbare, vorherrſchend aus in Kohlenſäure haltigem Waſſer lösbare Salze des Kalkes, der Magneſia, des Eiſenoxydules und der kieſelſauren Alkalien, welche, wie eben gezeigt worden iſt, das Bildungsmaterial, der in Klüften und Blaſenräumen des Baſaltes auftretenden kryſtalliniſchen Mineralarten abgeben, und
   b. nicht auslaugbare, unkryſtalliniſche, erdige, gewöhnlich mit Eiſenoxyd und kohlenſaurem Kalk untermiſchte, magere Thonſubſtanzen.

3) Alles bis jetzt über die Verwitterung der Baſaltite mitgetheilte, gilt vorherrſchend von den Feldſpathbaſalten. Die Verwitterungsweiſe der Nephelin- und Leucitbaſalte iſt noch nicht bekannt genug, um einen Schluß über ihre Verwitterungsproducte ziehen zu können. Nur ſoviel ſcheint gewiß zu ſein, daß ſie weit weniger Material zur Bildung von Zeolithen und wahren Kalkſpathen liefern als die Feldſpathbaſalte. Außerdem hat man auch bei den Leucitbaſalten beobachtet, daß ihre Leucitkörner vollſtändig in Kaolin umgewandelt vorkommen, ohne doch ihre Kryſtallform verändert zu haben. Endlich hat man auch bemerkt, daß bei den Nephelin- und Leucitbaſalten die in ihrer Maſſe auftretenden ſecundären Mineralien, wie z. B. Glimmer, vorzugsweiſe Umwandlungsproducte des Augites ſind.

§. 193. Die Lagerformen, Felsabſonderungen und Lagerungsgebiete der baſaltiſchen Geſteine.

Die Baſaltite bilden, wie alle Eruptionsgeſteine, theils Decken, Lager und Ströme über oder in ihren Nebengeſteinen oder ſie durchſetzen die letzteren, ſowie auch ihre eigenen Decken und Lager in Gängen, welche theils ſich in Lager oder Decken ergießen, theils aus ihrer Umgebung als kegel-, dom- oder glockenförmige Kuppen, oder als langgeſtreckte, faſt dachförmige Rücken, oder als wahre, ſteil anſteigende Mauern (z. B. die Teufelsmauer bei Böhmiſch-Aicha im Bunzlauer Kreiſe und die ruinenähnlichen Baſaltmauern bei Diupavogr in Island, welche einer Stadtruine gleichen ſollen) hervortreten; theils auch nach oben zu auskeilen, ſo daß ſie ſich entweder gar nicht oder nur wie ein kleiner Zapfen, — welcher gewöhnlich von baſaltiſchen Tuffen und Conglomeraten umhüllt iſt, — erheben.

Unter dieſen verſchiedenen Lagerformen kommen indeſſen die Decken nicht bloß am häufigſten vor, ſondern zeigen auch an ihren Lagerorten die größte Flächenausdehnung und ſtärkſte Mächtigkeit; ja ſie bilden für ſich allein oft ganze Gebirge. Auf dieſe Weiſe bedecken ſie auf Island einen Raum von 1800 Quadratmeilen mit einer Mächtigkeit von 2500 bis 3000 Fuß und in Vorderindien das Dekan über einen Flächenraum

von 12,000 geographiſchen Quadratmeilen und in einer Mächtigkeit bis §. 193.
zu 4000 Fuß über dem Meeresſpiegel; ſetzen ſie die nahe an 40 Quadratmeilen große Maſſe des Vogelsberges in Heſſen ſammt ſeinem höchſten Punkte, dem 3130 Fuß hohen Taufſteine, zuſammen; bilden ſie die bei weitem größere Maſſe des Weſterwaldes, Meißners und der hohen Rhön mit ihren Kegelkuppen, umhüllen ſie ganz den trachytiſchen Kern des Cantal und des Mont Meſenc; breiten ſie ſich terraſſig über einander lagernd über den größten Theil der hebridiſchen Inſeln Skye und Mull aus; bauen ſie endlich die majeſtätiſchen Säulenreihen der berühmten Fingalsgrotte auf Staffa und des großartigen Rieſendammes an der Küſte von Antrim im nördlichen Irland auf.

Das Merkwürdigſte bei dieſen Deckenbildungen iſt einerſeits ihr Abgetheiltſein in einzelne, horizontal über einander lagernde und durch vulcaniſche Tuff- und Conglomeratſchichten von einander getrennte, Stockwerke und andererſeits die Abſonderung einer jeden Etage in ganz deutliche, regelrecht und parallel mit den Abtheilungsklüften ziehende Lagen. Island, die Faröer, die Hebriden und Vorderindien zeigen dieſe Erſcheinung im ſchönſten und großartigſten Maßſtabe.

Den Decken am nächſten ſtehen wohl die baſaltiſchen *Ströme*, jene gewöhnlich aus poröſem oder ſchlackigem Baſalte beſtehenden Ablagerungen, welche in der Regel mit einem Krater in Verbindung ſtehen, von welchem aus ſie bergabwärts ziehen und ſich dann am Fuße deſſelben oft über Geröll- oder Sandablagerungen ausbreiten.

Die intereſſanteſten Belege für ſolche Ströme, welche zugleich deutlich die vulcaniſche Natur der Baſaltite beweiſen, findet man im Vivarais, wo z. B. der Baſaltſtrom von Montpezat mit einem deutlichen Schlackenkegel in Verbindung ſteht und an deſſen Fuße ſich über dem Gerölle eines alten Flußbettes ausbreitet; dann am Puy de Charmont; ferner auf dem Plateau Roque-Haute zwiſchen Agde und Béziers, wo aus einem kleinen Vulcane zwei Baſaltſtröme herabziehen; endlich in der Eifel bei Bertrich, wo ein Baſaltſtrom die mit Recht ſo berühmte Käsgrotte zuſammenſetzt, und am Moſenberge unfern Manderſcheid, an welchem ſich drei geſchloſſene und ein vierter durchbrochener Krater befinden.

Ströme, Lager und wohl auch die Decken ſind die über Flächen gegoſſenen Steinſchmelze, welche durch die Gänge aus dem Erdinnern emporgequollen ſind. Wo daher jene Lagerformen der Baſaltite auftreten, da ſind auch *Gänge* vorhanden, wenngleich ſie oft zwiſchen ihrem Nebengeſteine eingeklemmt und verborgen liegen.

Solche Gänge, welche oft in ihrer Mitte einen doleritiſchen Kern und um dieſen herum eine anameſitiſche und baſaltiſche Decke oder Rinde beſitzen; häufig mit Bruchſtücken von ihrem Nebengeſteine angefüllt ſind und die von ihnen durchbrochene Gebirgsmaſſe an den Berührungswänden mannichfach umgewandelt, prismatiſch abgeſondert, gefrittet oder verglaſt haben, — ſolche Gänge finden ſich in allen Gebirgsformationen mehr oder weniger häufig, wie folgende Belege beweiſen werden:

§. 193.

Im Gneiße: Bei Bilin in Böhmen; am Bärenſteiner Hügel bei Annaberg im Erzgebirge; bei Klein-Oſtheim unfern Aſchaffenburg an der Striet; am Melibocus bei Auerbach; bei Thueyts im Vivarais.

Im Glimmerſchiefer: am Raudenberg in Mähren, an dem berühmten Kammerbühle unfern Franzensbrunnen in Böhmen.

Im Granite: vor allen an der großen und kleinen Schneegrube auf dem Rieſengebirge; am Oberhauſtein unfern Hornberg im Schwarzwalde; am Chuquet, Cénesloux, bei la Barraque am Fuße des Puy de Dôme (daſelbſt viele oberflächlich verglaſte Granitbrocken einſchließend); an der merkwürdigen Roche-Rouge bei le Puy im Velay.

Im Syenit: zwiſchen Dresden und Tharandt.

Im Thonſchiefer erſcheint auf der Inſel Angleſia ein 134 Fuß mächtiger, aus Dolerit und Baſalt beſtehender, Gang, ſüdwärts von Plus-Newydd.

Im Grauwackeſchiefer: in der Eifel; am Kornſteinchen; bei Liers an der Ahr, wo ſich zugleich eine bedeutende Bildung von ausgezeichnetem Baſaltjaspis befindet; bei Altenahr; in Naſſau am Mühlberge, bei Holzappel im Lahnthale. —

Im rothen Sandſteine von Devonſhire.

Im Kohlenkalkſteine an vielen Orten Britanniens, ſo bei Plus-Newydd auf Angleſia.

Auf derſelben Inſel durchſetzt ein ſehr grobkörniger Doleritgang das ganze Kohlengebirge und hat die Kohlen ſtark verkoakt an ſeinen Berührungsſtellen.

Im Rothliegenden des Koberſtädter Waldes unfern Langen zwiſchen Darmſtadt und Frankfurt (Dolerit).

Im Buntſandſtein: an dem merkwürdigen Wildenſtein bei Büdingen (Vogelsberg); an der blauen Kuppe bei Eſchwege (Heſſen); am Alpſteine bei Sontra in Heſſen; an der Pflaſterkante bei Marksuhl; Kupfergrube bei Horſchlitt und an der Stopfelskuppe bei Eiſenach.

Im Muſchelkalke des Ahnegrabens bei Caſſel; am Kirsberg bei Hünefeld unweit Fulda, wo der Baſalt in prächtigen Säulen abgeſondert erſcheint und mächtige Kalkmaſſen, welche Lima, Terebratula ꝛc. enthalten, umſchließt; bei Hörſchel unweit Eiſenach, wo ein 12 Zoll breiter Baſaltgang den Muſchelkalk durchbricht und an den Berührungsſtellen verkieſelt hat, ſo daß der Kalk funkt.

Im Keuper am hohen Parkſtein bei Weiten im Ober-Mainkreiſe.

Im Lias der ſchottiſchen Inſeln Muck und Skye, wo der dichte Liaskalk durch den Baſalt in kryſtalliniſchen Kalk umgewandelt worden iſt.

Im Jura der ſchwäbiſchen Alp am hohen Neuffen, am Juſiberge, am Karfenbühl bei Dettingen. Gewöhnlich erſcheinen die hier auftretenden Baſalte tuff- und conglomeratartig.

In der Kreide, namentlich auf der Inſel Wight und an der Küſte von Dorſetſhire. Im Weſten von Belfaſt bei Black und Cave Hills befindet ſich eine mächtige, in feſten, dichten Kalkſtein umgewandelte Kreidelage zwiſchen Baſalt-, Dolerit- und Baſalttuffgebilden.

Im Quaderſandſtein: am Schöberle bei Kreibitz und zu Johannsdorf bei Zittau; am Aſcherbühle bei Spechthauſen und in Tharand.

Im Pläner am Planzner Hügel bei Bilin; bei Böhmiſch Aicha im Bunzlauer Kreiſe, wo er die Teufelsmauer bildet.

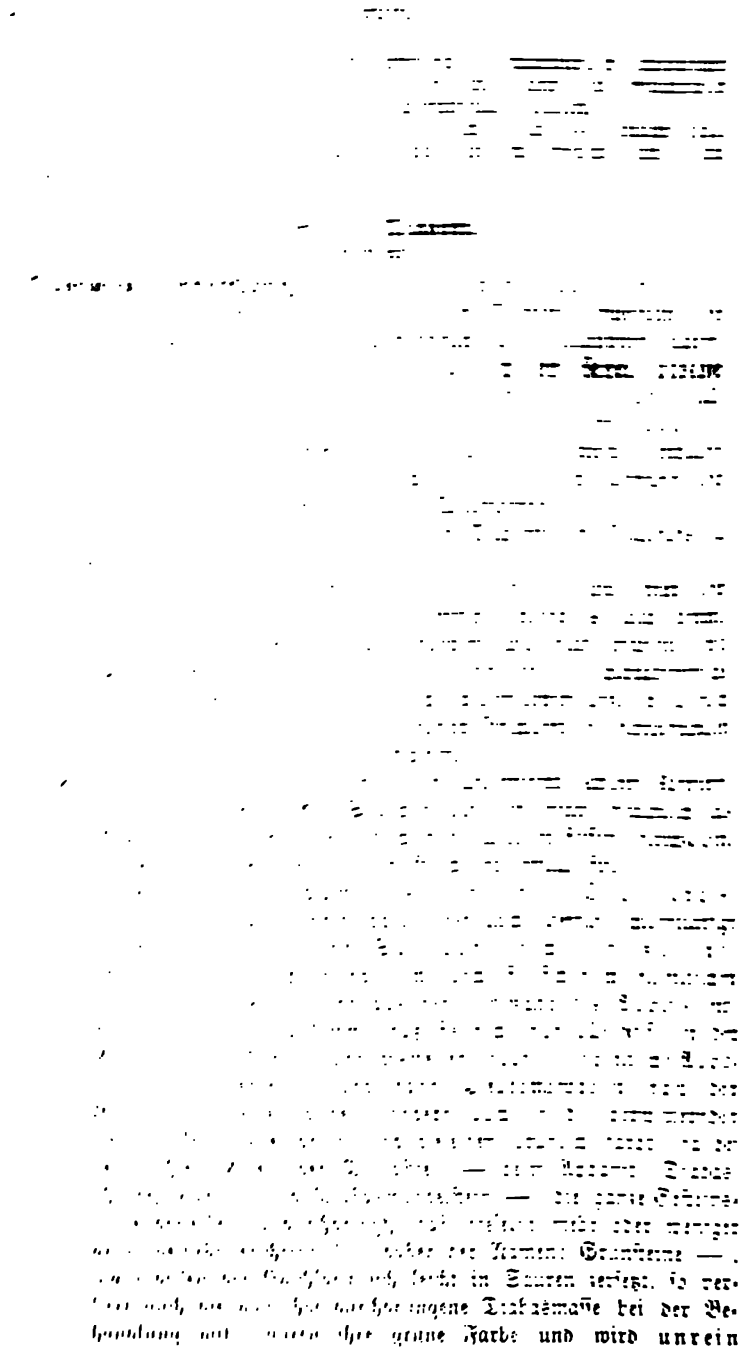
Im Trachyt: am Cantal und am Siebengebirge, z. B. am Külsbrunnen.

Am häufigſten aber befinden ſich Baſaltgänge im Braunkohlengebiete (z. B. im Braunkohlenſandſteine von Außig am linken Elbufer) und in den Territorien der baſaltiſchen Decken ſelbſt. Die zahlreichen Gänge, welche die verſchiedenen Etagen dieſer Decken durchſetzen, gleichen koloſſalen Säulen, welche gewiſſermaßen den einzelnen Etagendecken, bis zu denen ſie reichen, als Stützpfeiler dienen. In Island ſieht man ſie im großartigſten Maßſtabe.

§. 193. Außer den ſchon erwähnten ſchichtähnlichen Abſonderungen, welche die baſaltiſchen Decken trotz ihrer vulcaniſchen Natur zeigen, ſtehen den Baſaltitmaſſen noch Abſonderungen in Platten, ungeregelte Blöcke, concentriſch ſchalige Kugeln, und ganz beſonders in äußerſt regelmäßig gebildete, bisweilen mehrere 100 Fuß lange, 5- bis 8ſeitige Säulen zu. Dieſe Säulen, welche in allen möglichen Lagerungsformen, vorzüglich aber in den Decken der Baſaltgebilde vorkommen, ſtehen bald wie eine mächtige Säulenhalle ſenkrecht (— ſo am Rieſendamme in Irland, in der Fingalsgrotte u. ſ. w. —), bald breiten ſie ſich wie eine halbkugelige Rieſendruſe ſtrahlig nach allen Richtungen aus (— ſo bei St. Landoux in der Auvergne —), bald auch liegen ſie horizontal (— ſo in der Kitzkammer am Meißner —), oder auch bunt durcheinander (— ſo am ſteinernen Hauſe auf der hohen Rhön bei Gingolfs).

Lagerungsgebiete und Hauptlagerorte. — Wenn auch, wie im Vorigen ſattſam gezeigt worden iſt, Gänge und Lager baſaltiſcher Geſteine zwiſchen, in und auf Formationen des verſchiedenſten Alters vorkommen, ſo fällt doch ihre Haupteruptions-Epoche erſt in die Zeit der Braunkohlenbildungen; ja, das Gebiet dieſer Kohlenbildungen iſt ſogar das Hauptdurchbruchsgebiet der Baſaltite, ſei es nun, daß ſie ſich deckenweiſe über oder lagerweiſe zwiſchen die einzelnen Glieder und Etagen dieſer Formation ſchoben, oder daß ſie in Gängen hier ihre Sandſteine, dort ihre Schieferthone und ihre Braunkohlenlager ſelbſt durchſetzten. In Europa treten die Baſaltite hauptſächlich in 4 Zonen auf.

1) Die ſüdlichſte derſelben liegt zwiſchen dem 45 und 46° nördl. Breite und kann die Zone der Auvergne genannt werden. Ihre Maſſen breiten ſich am Cantal Mont Dôre, Meſenc, an der Kette der Coyrons, im Vivarais und Velay aus. Am Cantal und andern Orten durchſchneiden ihre Maſſen den Trachyt und ſind folglich jünger wie dieſer. Vielleicht gehören ſie zu den jüngſten Baſalterzeugniſſen! Zu dieſer Zone gehören als Vorpoſten nach Süden, vielleicht auch die Baſaltgebilde Siciliens (?).
2) Die folgende Hauptzone breitet ſich zwiſchen dem 50 und 52° nördl. Breite aus und durchzieht das mittlere Deutſchland von W. nach O. Sie kann darum der mitteldeutſche Baſaltgürtel genannt werden. Ihre Maſſen breiten ſich aus: in der Eifel und im Weſterwald im Braunkohlengebiete des Uebergangsgebirges; am Vogelsberge, an der Rhön, am Habichtswalde und am Meißner im Braunkohlengebiete des bunten Sandſteines; im nördl. Böhmen zu beiden Seiten der Elbe im Braunkohlengebiete des Quaderſandſteingebirges; in Schleſien inſelartig im Thonſchiefergebiete des Geſenkes, theils im Gneißglimmerſchiefergebiet von Glatz und vom Iſergebirge, theils auch in den Alluvionen (?) des Hügellandes zwiſchen dem Queiß und der Katzbach.
   Ihr nördlichſtes Vorkommen iſt wohl im Muſchelkalke von Göttingen und ihr nordöſtlichſtes und höchſtes erſcheint auf dem Rieſengebirge in der 3837 Fuß hohen kleinen Schneegrube.
3) Die dritte baſaltiſche Hauptzone lagert zwiſchen dem 54 und 55° nördl Breite im nördlichen Theile Irlands und Schottlands, ſowie auf den weſtlich von Schottland liegenden hebridiſchen Inſeln. Man könnte ſie die ſchottiſch-iriſche Zone nennen. Sie tritt hauptſächlich aus Liasgebilden hervor und iſt ausgezeichnet durch ihre Säulenbildungen, ſowie dadurch, daß in ihr die ſogenannten Anameſite und Dolerite vorherrſchen.
4) Die vierte Hauptzone endlich breitet ſich zwiſchen dem 60 und 70° nördl. Breite aus, tritt auf den Farörn auf und bildet faſt die ganze Inſel



[illegible]

[illegible] — [illegible] — die ganze [illegible] [illegible] mehr oder weniger [illegible] der Namen: Grünsteine — [illegible] leicht in Säuren zersetzt, so ver- [illegible] durchdringene Diabasmasse bei der Be- handlung mit [illegible] ihre grüne Farbe und wird unrein

grünlich lederbraun. Dasselbe geschieht nun auch, wenn sich derselbe unter dem Einflusse der Atmosphärilien zersetzt.

4) In den Diabasiten spielt auch der Calcit eine große Rolle, woher es kommt, daß sie gewöhnlich mit Säuren mehr oder weniger stark aufbrausen. Da indessen ganz frische Diabase nicht aufbrausen, so ist der Calcit wohl ebenso wie der Epichlorit, ein Product, welches aus der Zersetzung der diabasitischen Hauptgemengtheile hervorgegangen ist, woher es auch wohl kommt, daß namentlich in den dichten, aphanitischen Diabasiten um so mehr Kalkkugeln auftreten, je grüner die Gesteinsmasse gefärbt ist, und daß dann oft die Kalkkugeln selbst von Epichlorit durchdrungen erscheinen.

5) Außer den oben genannten wesentlichen Gemengtheilen finden sich in der Diabasmasse sehr gewöhnlich kleine, oft nur unter dem Mikroskope bemerkbare, Apatitnadeln, in einigen schottischen Diabasen auch wohl Olivin (?) und endlich in mehreren grobkörnigen Diabasen auch Quarz in Gesellschaft von Magnesiaglimmer.

6) Das spec. Gewicht der Diabasite beträgt im Allgemeinen 2,9.

7) Der chemische Gehalt quarzloser Diabase beträgt im Mittel: 44,60—47,56 Kieselsäure, 16,34—18,74 Thonerde, 10,20 bis 12,54 Eisenoxyd-Oxydul, 11,22—12,56 Kalkerde, 6,47 bis 6,15 Magnesia, 0,91 Kali, 3,10—4,20 Natron, 1,80 bis 3,43 Wasser; dagegen eines Quarzdiabases (von der Klemme bei Schweighausen in Baden): 53,30 Kieselsäure, 22,55 Thonerde, 2,96 Eisenoxyd, 6,32 Eisenoxydul, 3,85 Kalkerde, 0,35 Magnesia, 5,9 Kali, 1,29 Natron, 2,86 Kohlensäure.

Hauptlagerorte. — Wenn auch hie und da Diabase in Gängen auftreten, so bilden sie doch am meisten oft sehr mächtige, ungeschichtete, unregelmäßig zerklüftete, bisweilen aber auch treppenförmig oder auch schalig kugelig abgesonderte, Lagermassen, welche mit ihren Nebengesteinen oft sogar wechsellagern oder in ihnen auch ganz regelmäßig eingeschoben erscheinen. Ihr Hauptlagergebiet befindet sich in dem Grauwacke-Thonschiefer Deutschlands, so namentlich im Fichtelgebirge, Voigtlande, Erzgebirge (bei Freiberg), Harz, Westphalen und in den Lahngegenden Nassau's. Aber auch in Schottland, Norwegen und in Nordamerika bilden sie im Gebiete der Silurschiefer bedeutende Lagermassen.

Arten der Diabasite. — Je nach der Art ihres Gefüges oder auch ihrer Gemengtheile unterscheidet man von den Diabasiten folgende Abarten:

41. Körniger Diabas. §. 195.

1) Bestand: Deutliches, krystallinisch-körniges Gemenge von triklinem Kalknatronfeldspath, Augit, Epichlorit und titanhaltigem Magneteisenerz. Bisweilen Magnetkies, Eisenkies, Titaneisenerz oder auch gelbgrünen Epidot einschließend.

§. 195. 2) Eine Abart von ihm iſt der Quarzdiabas, ein gewöhnlich grobkörniges Gemenge, welches außer den eben genannten Diabasgemengtheilen auch zahlreiche kleine Quarzkörner oder Magneſiaglimmerblättchen oder auch beide zugleich enthält und auf der ſchottiſchen Inſel Arran, in Grönland, bei Ehrenbreitenſtein am Rhein und in Baden bei Schweighauſen vorkommt.

3) Bemerkenswerthe Fundorte des quarzloſen Diabas ſind: Dillenburg in Naſſau, Clausthal am Harz, Ilmenau am Thüringer Walde.

41 a. Diabasſchiefer. (Grüner Schiefer).

Beſtand und Vorkommen: Eine undeutlich feinkörnige oder dichte, aphanitiſche, durch Epichlorit gleichmäßig grün gefärbte, meiſt Calcit fein zertheilt haltige, ſchiefrige Diabasmaſſe, welche mit Säuren mehr oder weniger aufbrauſt und ihre Färbung ändert. — Im ſächſiſchen Voigtlande, in Oberfranken, bei Kupferberg in Schleſien und auch im Ural.

41 b. Diabasaphanit.

1) Beſtand und Vorkommen: Aeußerſt feinkörnige oder ſcheinbar dichte, ſehr zähe, durch fein beigemengten Epichlorit gleichmäßig grau- bis blaugrün gefärbte Diabasmaſſe, welche oft ſtark kalkhaltig iſt und ſich dann gegen Säuren wie Diabasſchiefer verhält. Er geht theils in ſchiefrigen oder körnigen, theils auch in porphyriſchen und amygdaloïdiſchen Diabas über. — Stark entwickelt kommt er am Harz im Mühlthal zwiſchen Elbingerode und Rübeland, ſowie bei Lichtenberg im Fichtelgebirge vor.

2) Abarten von dem Diabasaphanit ſind:

a. der Variolit, eine dunkelgrüne Diabasaphanitmaſſe, welche zahlreiche, hirſekorn- bis nußgroße, weißlichgraue Kugeln umſchließt, welche abwechſelnd aus concentriſchen Lagen von Kalknatronfeldſpath, Augit, Epidot und Chlorit beſtehen. Durch Verwitterung der Grundmaſſe treten die einzelnen Kügelchen mehr hervor, ſo daß die Geſteinsfläche wie mit Blattern bedeckt ausſieht; daher der Namen Variolit oder Blatterſtein. Sehr ſchön kommen Variolite in Naſſau, Oberfranken, im Voigtlande, Fichtelgebirge und in Savoyen vor;

b. der Kalkaphanit: Eine grüne Aphanitmaſſe, in welcher zahlreiche, entweder nur aus Kalkſpath oder aus abwechſelnden concentriſchen Chloritlagen und weißen Kalkſpathlagen beſtehende, Kügelchen oft ſo dicht aneinander gedrängt liegen, daß die aphanitiſche Grundmaſſe nur noch in dünnen Scheidewänden zwiſchen den Kügelchen bemerkt wird. Bisweilen erſcheint dieſe Geſteinsart ſchiefrig als ſogenannter Kalkaphanitſchiefer. Vorzüglich am Harze.

41 c. Diabasmandelſtein. (Spilit).

Eine großblaſige Aphanitmaſſe, deren Blaſenräume durch Infiltration mit Kalkſpathmandeln ausgefüllt erſcheinen. Er kommt

bei Hof in Bayern, im Naſſauiſchen, bei Foucogne im Departement Haute Saone in Frankreich u. ſ. w. vor.

41 d. Diabasporphyr.

1) Beſtand: In einer feinkörnigen bis dichten, grau- bis ſchwarzgrünen oder auch grauſchwarzen, aphanitiſchen Diabasgrundmaſſe liegen größere, kryſtalliſirte Individuen von Kalknatronfeldſpath (Labrador) und Augit eingeſprengt.

2) Abarten: Je nachdem nun die in der Diabasgrundmaſſe eingeſprengten Kryſtalle vorherrſchend aus Feldſpath oder aus Augit beſtehen, unterſcheidet man

a. Feldſpath- (oder Labrador-) Porphyr (porfido verte antico), wenn in der grünen Diabasgrundmaſſe vorherrſchend grünlichweiße, feſt mit der Grundmaſſe verwachſene, Feldſpath- (Oligoklas- oder Labrador-) täfelchen und nur vereinzelte grünbraune oder ſchwarze Augitkryſtalle liegen. Dieſe Art von Diabasporphyren kommt z. B. bei Elbingerode am Harz, in der Umgebung des Lennethales in Weſtphalen und auch in Naſſau und Sachſen vor.

b. Augitporphyr, wenn in einer ſchwarzgrünen oder grauſchwarzen, aphanitiſchen Grundmaſſe vorherrſchend kurze, gut ausgebildete Augitkryſtalle (oder auch Uralitkryſtalle wie in dem Uralitporphyr am Monte Mulatto bei Predazzo) und wenig oder keine Labradortäfelchen eingewachſen liegen. In dieſer Art Diabasporphyr kommen auch grüne Pſeudomorphoſen von Grünerde nach Augit, Knöllchen halb zerſetzten, roſtrothen Olivins und Kalkſpath vor. — Der Augitporphyr tritt maſſig entwickelt auf in Südtyrol, z. B. am Puflatſch, wo er ſchön ſäulenförmig gegliedert iſt, am Monte Mulatto bei Predazzo, an der Seißer Alp, wo er mandelſteinförmig vorkommt und in ſeinen Blaſenräumen eine große Schaar ſchöner zeolithiſcher Mineralien (Desmin, Stilbit, Heulandit, Datolith, Laumontit, Thomſonit, Apophyllit, Chabaſit, Natrolith, Analcim, Prehnit ꝛc.) enthält; ferner auch bei St. Catharina im Gröднerthale und am Wetterſtein bei Lermos in Nordtyrol; endlich im Ural.

4. Sippe: Hyperitgeſteine.

Allgemeine Beſchreibung. — Alle hierher gehörigen Geſteine beſtehen §. 196. aus einem Gemenge von einem triklinen Kalknatronfeldſpathe (Labrador oder Sauſſurit) mit Hyperſthen, Diallag (oder Smaragdit) oder Hyperſthen (oder ſtatt deſſen mit Schillerſpath). In ihnen ſind alſo an die Stelle der Hornblende oder des Augites Mineralien getreten, welche erſt aus der Umwandlung dieſer beiden Amphibolite entſtanden ſind und oft auch noch mit dieſen letzteren verwachſen erſcheinen, ſei es nun, daß namentlich die Hornblende ihre Kryſtalle überrindet oder deren Kern bildet, ſei es, daß ihre kryſtalliniſchen Individuen aus einer

§. 196. lamellaren Verwachſung von Augit und zugleich auch von Hornblende beſtehen.

Wie in der Syn. der Mineralogie bei der Beſchreibung der Hyperite (§. 620 u. ff. S. 729 u. f.) ſchon gezeigt worden iſt, ſo ſind die hierher gehörigen Mineralien als Umwandlungs-Verwandte des Augites und der Hornblende zu betrachten. Alle enthalten 1—4 Proc. Waſſer; alle ſind reich an Magneſia und Eiſenoxydul; alle vermögen ſich in Serpentin, mit welchem ſie auch oft verwachſen vorkommen, umzuwandeln; alle geben bei ihrer Zerſetzung oder Umwandlung Piſtazit, Bitterſpath, Speckſtein, Apatit, Eiſenſpath, Magnet- oder Titaneiſenerz, weshalb man auch dieſe Mineralien häufig auf ihren Klüften findet.

Ebenſo ſind alle dadurch ausgezeichnet, daß ſie vorherrſchend nelken- oder bronzebraun, ſeltener ganz ſchwarz oder grau- bis grasgrün ſind, ſich vollkommen und leicht in dünne Blätter ſpalten laſſen und auf den friſchen Spaltflächen einen ſtarken, perlmutterigen oder halbmetalliſchen Glanz zeigen, ſo daß man ſie auch wohl für Magneſiaglimmer halten möchte, von welchem ſie ſich aber durch weit größere Härte (= 4—6) gleich unterſcheiden laſſen. Im Beſondern iſt über die Hyperite hier noch beſonders Folgendes zu bemerken:

1) Der Hyperſthen (nach Haüy; vom griech. ὑπὲρ, über, und σθένος, Kraft, weil er härter und glänzender als Hornblende iſt, zu welcher man ihn früher rechnete). Er bildet in der Regel körnige, bisweilen rhombiſche Säulen oder ähnliche Körner, welche ſich in der Richtung der kurzen Diagonale der vollkommen ſpaltet laſſen und dann auf der Spaltfläche ſtark metalliſch perlmutterartig glänzen, ſonſt aber äußerlich ſchwarz oder dunkel nelkenbraun ausſehen. Das Pulver iſt grau, aber nicht von bedeutender Härte als Härte = 6; ſpec. Gewicht = 3,3 bis 3,4. Durch Säuren wird angegriffen. — In Dünnſchliffen unter dem Mikroſkope zeigt er ſehr ſtarke Polariſationsfarben, ſowohl in der Richtung der kurzen Diagonale (braunroth) als in der Richtung der langen Diagonale (grünlich) und in der Richtung der Hauptachſe (grasgrün). Eigenthümlich, durch welche er ſich vom Diallag, Smaragd und Augit unterſcheidet. — Bei einer Verwitterung verliert er Eiſenoxydul, oder er bedeckt ſich auf den äußeren Spaltflächen mit grünlichem und trübt ſich von einem bräunlichen Magneteiſen- oder auch Eiſenglanz-ſtaube überzogen.

2) Der Diallag (nach Haüy, vom griech. διαλλάσσω, Verſchiedenheit, weil er drei ganz verſchiedene Blätterdurchgänge zeigt). Er bildet in der Regel unbeſtimmte, mit ungleichförmig verlaufenden Spaltflächen versehene Körner, welche in der Richtung der vorherrſchenden Querfläche ein ſchalig-ſtängliges Gefüge haben und ſich dann auch in dieſer Richtung oft vollkommen ſpalten laſſen, wodurch ſie dem Glimmer ähnlich werden, aber ſich durch ihre größere Härte

(Härte = 4) und die Unbiegſamkeit ihrer Blätter von ihm §. 196.
unterſcheiden. Er iſt meiſt graugrün oder bronzebraun und zeigt auf den Spaltflächen einen ſtarken halbmetalliſchen Glanz. — In Dünnſchliffen zeigt er unter dem Mikroſkope faſt keinen Pleochroismus, aber eine große Zahl tafel- und nadelförmiger, dunkelbrauner Mikrolithe, deren Lamellen ſich nach drei Richtungen hin durchſchneiden. — Durch Säuren faſt nicht angreifbar.

3) Ein naher Verwandter des Diallages iſt der grasgrüne Smaragdit und der ebenſo gefärbte, aber mehr als eine Abart des Augites zu betrachtende, Omphazit. Beide Mineralien bilden mit rothem Granat untermengt den Eklogitfels. Auf Corſika und bei Genua kommt ein Gabbro vor, welcher ſtatt Diallag grasgrüne, glänzende, körnige oder faſerige Parthien von Smaragdit beſitzt.

4) Der Enſtatit bildet unregelmäßige, gelbbraune oder grünliche, auf den vollkommenen Spaltflächen perlmutterglänzende, Kryſtallkörner, welche glashart (Härte = 5,5) ſind und unter dem Mikroſkope keine Lamellenbildung zeigen, wodurch ſie ſich von dem, ihm bisweilen ähnlichen, Diallag unterſcheiden. — Bei ſeiner Umwandlung entſteht aus ihm Schillerſpath oder Baſtit, ein an der Baſte auf dem Harze mit ſchwarzgrüner Serpentinmaſſe verwachſenes, durchbrochen lamellares, gelb- bis lauchgrünes, auf den Spaltflächen ſtark meſſinggelb oder tombackbraun ſchillerndes, durch Schwefelſäure zerſetzbares, Mineral.

5) Der feldſpathige Gemengtheil der Hyperite iſt in den meiſten Fällen, graulicher, weißer oder auch bläulicher, glänzender, deutlich zwillingsſtreifiger, durch heiße Salz- oder Schwefelſäure zerſetzbarer, Labrador, bisweilen aber auch grünlich-grauer oder grünlich-weißer, faſt matter, durch Säuren nicht angreifbarer, Sauſſurit oder endlich weißlicher, durchſichtiger, in Säuren ganz auflöslicher, Anorthit. In der Regel tritt der Feldſpath in Kryſtallkörnern und kleinen Täfelchen auf.

6) Unter den unweſentlichen Gemengtheilen macht ſich beſonders Hornblende, Augit, Magneſiaglimmer, Granat, Apatit, Serpentin, Asbeſt, Magneteiſenerz, Eiſenkies, nicht ſelten auch Olivin mit zahlreichen, ſchwarzen Mikrolithnädelchen, aber ſelten nur Quarz bemerklich.

Die Hyperitgeſteine haben alle ein kryſtalliniſch körniges Gefüge und zeigen zwiſchen ihren Gemengtheilen keine Spur von amorpher Grundmaſſe. In ihrem Aeußeren ſehen ſie nicht ſelten körnigen Dioriten oder auch Diabaſen ähnlich.

Die Hauptablagerungsorte der Hyperitgeſteine befindet ſich vorzüglich im Gebiete der Urſchiefer, der Silur- und Devonformation und auch noch hie und da der Steinkohlenformation; aber in dem unteren Rothliegenden findet man ſie nur noch ſelten. In dieſen Gebieten bilden ſie maſſige, unregelmäßig zerklüftete, ungeſchichtete Gänge, Stöcke und Lagermaſſen. Bemerkenswerth erſcheint es, daß in ihrer Umgebung häufig Serpentinſtöcke auftreten.

§. 197. Beschreibung der Hyperitarten.

42. Hypersthenit.

(Hyperit, Hypersthenfels, Hypersthensyenit, Paulitfels z. Th. — Sélagite).

1) Bestand. Deutliches, grob- bis feinkörniges Gemenge von graulichem oder bläulichem, zwillingsstreifigem Labrador und braunem oder schwarzbraunem, auf den Spaltflächen kupferroth glänzendem, Hypersthen.

1) Der Hypersthenit ist dem Syenit und Diorit, bisweilen auch dem Diabas ähnlich, aber durch seinen Hypersthen, welcher härter als Hornblende und Augit ist und auf den Spaltflächen kupferroth glänzt, sowie durch seinen, in Säuren zersetzbaren, Feldspath unterschieden.

2) Sein spec. Gewicht beträgt 2,9—3.

3) Der chemische Gehalt zeigt nach Bunsen bei dem Hypersthenit von Penig in Sachsen: 49,90 Kieselsäure, 16,04 Thonerde, 7,81 Eisenoxyd, 11,48 Kalkerde, 10,08 Magnesia, 0,55 Kali, 1,68 Natron und 1,46 Wasser.

2) Unter den unwesentlichen Gemengtheilen des Hyperites macht sich am meisten bemerklich: Hornblende, welche, wie oben schon bemerkt, oft parallel der Hauptaxe mit dem Hypersthen verwachsen ist, oder auch eine Art Rinde um ihn herumbildet; bisweilen auch Rubellan; häufiger Apatit, Epidot, Vesuvian und Granat; am meisten körniges oder auch oktaëdrisches Magneteisenerz und Eisenkies, — kurz lauter Mineralien, welche ebenso wie der Hypersthen aus der Umwandlung der Hornblende, namentlich unter dem Einflusse des sich zersetzenden Labradors, entstehen. Außerdem bemerkte G. Rose auch Olivin in dem Hyperit von Elfdalen in Schweden.

3) Bei der Verwitterung des Gesteines wird stets zuerst der Labrador zerstört, während der schwerer verwitternde Hypersthen noch fast frisch bleibt. Indem nun die, aus dem Labrador entstehende, thonige Verwitterungserde vom Regen ausgewaschen wird, der Hypersthen aber bleibt, bekommt der Hypersthenitfelsen eine rauhe, gekörnelte — wie mit rostfarbigen oder schwarzen Pflöcken besetzte, Oberfläche. Bei der Verwitterung des Hypersthens selbst entsteht viel Eisenocker und auf seinen Klüften auch Eisenspath und Magneteisenerz, wodurch es sich erklären läßt, daß die aus dem Hypersthenfels hervortretenden Quellen, z. B. am Thüringer Walde, so häufig eisenhaltig sind.

4) Vorkommen. Der Hypersthenit, welcher gewöhnlich in Gängen und Stöcken auftritt, zeigt sich am häufigsten im Gebiet des Glimmerschiefers und Granites (z. B. am Spießberg bei Brotterode am Thüringer Walde), des Granulites (bei Penig in Sachsen) und der Devonformation (z. B. bei Dillenburg und Weilburg in Nassau, bei Beraun und Plaß in Böhmen, bei Farsund in Norwegen, bei Elfdalen in Schweden und in vorzüglicher Schönheit auf der Paulsinsel an Labrador).

43. Gabbro. §. 197.

(Ein italieniſcher Namen; Verde di Corsica; Serpentinit; Urgrünſtein; Todtenfels; Schillerfels; Euphotide; Ophiolithe; Diallage-Rock; Granito di Gabbro).

1) Beſtand. — Deutliches, granitähnlich-körniges Gemenge von weißem oder bläulichem Labrador (bisweilen auch Sauſſurit) und graugrünem oder braunem, auf den Spaltflächen perlmutterig-metalliſch glänzenden, Diallag oder ſtatt deſſen mit grasgrünen, perlmutterglänzenden, Smaragditkörnern.

1) Dieſes ſchöne, bald ſyenit-, bald diorit-, bald auch hyperſthenitähnliche, Geſtein wird vorzüglich durch ſeinen Diallag charakteriſirt, welcher bald der Hornblende, bald dem Glimmer, bisweilen auch dem Enſtatit ähnlich iſt, aber theils durch ſeinen Härtegrad, theils auch durch ſeine in der Richtung ſeiner Säulenquerfläche ſehr vollkommene Spaltbarkeit ausgezeichnet iſt (vgl. §. 196).

2) Sehr merkwürdig iſt die eigenthümliche Vergeſellſchaftung des Diallages mit der Hornblende. Die Diallagtafeln des Gabbro erſcheinen öfters nicht nur an ihren Rändern von einer ſtarkglänzenden, grünlichen, bräunlichen oder ſchwarzen, faſerigen Hornblenderinde in der Weiſe verwachſen, daß die Hauptſpaltungsflächen und Hauptaxen beider Mineralien parallele Lagen haben, ſondern Diallag und Hornblende durchdringen ſich auch gegenſeitig ſo, daß die Faſern der letzteren die Diallagmaſſe in parallelen Streifen durchziehen oder auch netzförmig in derſelben verbreitet liegen. Aus allen dieſen Verhältniſſen hat man gefolgert, daß der Diallag ſowohl wie die mit ihm verwachſene Hornblende Umwandlungsproducte von urſprünglich vorhandenen Augitindividuen ſeien. (Vgl. Mineralogie §. 623. S. 732).

3) Die grasgrünen Smaragditkörner ſind in ganz ähnlicher Weiſe, wie der Diallag, häufig von einem dunkelbraunen oder auch grünen, faſerigen, ſtarkglänzenden Hornblenderande umſchloſſen, ja nach Haidinger beſteht der meiſte Smaragdit aus abwechſelnden dünnen Lamellen von Hornblende und Augit. Es iſt übrigens bemerkenswerth, daß in dem Grade wie der Smaragdit an Menge im Gabbro zunimmt, der Diallag immer mehr verſchwindet, ſo daß man Diallag- und Smaragditgabbros unterſcheiden kann. Der ſchönſte Smaragditgabbro kommt als Verde di Corsica auf Corſika und in Italien z. B. bei Genua und Florenz vor.

4) Statt des glänzenden Labradors bildet ſehr oft dichter, wenig oder nicht glänzender, Sauſſurit einen Gemengtheil des Gabbros. Diejenigen Gabbros, in denen der Sauſſurit den herrſchenden Gemengtheil bildet, haben nicht ſelten ein dichtes oder auch porphyrartiges Gefüge, in welchem eben der Sauſſurit die Grundmaſſe bildet, in welcher dann große Diallagtafeln eingewachſen liegen (z. B. bei Saaß am Monte Roſa und Baumgarten bei Frankenſtein in Schleſien).

5) Ein ſehr charakteriſtiſcher Gemengtheil vieler Gabbros iſt unrein dunkelgrüner, ſehr viele ſchwarze Mikrolithnädelchen einſchließender,

§. 197. Olivin, welcher an Menge oft den Diallag weit überragt, so daß man auch olivinhaltige und olivinfreie Gabbros unterscheiden kann.

6) Das spec. Gewicht des Gabbros schwankt zwischen 2,8 und 3.

7) Der chemische Gehalt beträgt im Allgemeinen: 53,65 Kieselsäure, 20,77 Thonerde, 0,98 Eisenoxyd, 7,61 Eisenoxydul, 9,16 Kalkerde, 1,57 Magnesia, 1,61 Kali, 3,33 Natron, 1,33 Glühverlust.

2) Unter den unwesentlichen Gemengtheilen des Gabbros machen sich außer dem schon erwähnten Olivin noch besonders bemerklich Serpentin, welcher theils kleine Knötchen zwischen den wesentlichen Gemengtheilen bildet, theils in feinen Adern und Schnüren, namentlich die olivinhaltigen Gabbromassen nach allen Richtungen hin durchzieht und bisweilen an Menge so zunimmt, daß er fast zum Hauptgemengtheil des Gesteines wird und so einen Uebergang des Gabbros zum Serpentinfels herbeiführt (z. B. im Saaßer Thal im Canton Wallis, am Monte Ferrato bei Florenz und in den Vogesen); — Hornblende und Augit bisweilen in deutlichen Säulen; Magnesiaglimmer; Eisenglanzblättchen; Granat; Magnetkies; Magneteisenerz; Eisenkies und in einzelnen Fällen auch Quarz (z. B. im Radauthale am Harz).

3) Abarten des Gabbros. Durch das Vorhandensein von Labrador oder Saussurit, von Diallag oder Smaragdit und von Olivin werden namentlich folgende Abarten hervorgerufen:

1) Labrador-Gabbro und Saussurit-Gabbro;

2) Diallag-Gabbro und Smaragdit-Gabbro;

3) Olivinfreier und olivinhaltiger Gabbro, unter denen dann der olivinhaltige wieder zahlreiche Uebergänge in Serpentinfels bildet.

4) Der Verwitterungsproceß des Gabbros beginnt in der Regel mit der Aufnahme von atmosphärischem Wasser, wodurch einerseits das vorhandene Eisenoxydul in Eisenspath und Eisenoxyd, der vorhandene Kalk und die Magnesia aber in lösliche Carbonate umgewandelt werden, woher es auch kommt, daß der verwitternde Gabbro so häufig mit Säuren aufbraust. Die bei der vollständigen Verwitterung übrigbleibende, erdige Masse ist dann ein eigenthümlicher Thon, welchen man Walkthon oder Walkerde nennt.

5) Ablagerungsgebiete. Der oft in mächtigen Gängen und Lagerstöcken auftretende Gabbro findet sich vorzüglich entwickelt im Gebiete des Gneißes, Glimmerschiefers und Granites, sowie der Silur- und Devonformation, aber in Oberitalien und auf der Insel Mull zeigt er sich auch im Tertiärgebiete. Bemerkenswerth erscheint es, daß er häufig in der Gesellschaft von Serpentin auftritt.

Als noch besonders bemerkenswerthe Vorkommnisse sind zu nennen: in Schlesien am Zobtenberg und an den Schlegelser Bergen bei Neurode; am Harze im Radauthale; in Nassau bei Dillenburg; in Böhmen bei Ronsberg; im Gasteiner Thal in den Salzburger Alpen; am Bernina im Veltlin u. s. w.

44. Enſtatitfels und Schillerfels.

Der Enſtatitfels Streng's beſteht aus einem körnigen Gemenge von weißlichem Anorthit und grünlichgelbem oder bronzebraunem Enſtatit (oder Protobaſtit?), aus deſſen Umwandlung Schillerſpath, Serpentin und Magneteiſenerz entſteht, ſo daß zuletzt aus dem urſprünglichen Enſtatitfels ein Gemenge von wenig Anorthit, viel Schillerſpath und Serpentin nebſt etwas Magnet- und Chromeiſenerz entſteht. Dieſes ſo gebildete Gemenge, in welchem manchmal der Anorthit faſt ganz verſchwindet, nennt man Schillerfels.

Er beſteht am Radauberg aus: 49,23 Kieſelſäure, 25,15 Thonerde, 1,30 Eiſenoxyd, 0,003 Chromoxyd, 3,29 Eiſenoxydul, 0,34 Manganoxydul, 12,57 Kalkerde, 8,92 Magneſia, 0,99 Kali-Natron und 0,64 Waſſer.

In ſchöner Entwickelung kommt er am Radauberg bei Harzburg und auch bei Schriesheim an der Bergſtraße vor.

2. Gruppe: Feldſpathfreie Felsarten

I. mit körnigem Gefüge.

a. Quarzfreie Geſteine. §. 198.

45. Eklogit.

(Nach Hauy, vom griech. ἐκλογή, Auswahl, wegen der ſchönen Gemengtheile dieſer Felsart; Smaragditfels; Omphazitfels).

1) Beſtand: Kryſtalliniſch-körniges Gemenge von blutrothem Granat mit grasgrünem Smaragdit und bräunlicher Hornblende oder mit lauchgrünem, ſtengeligem Omphazit.

1) Der Granat bildet ſchöne, glänzend blut- oder braunrothe, Körner, welche ſehr oft von einer grasgrünen Hornblendezone umſchloſſen ſind. — Zu dem Granate geſellt ſich bisweilen (z. B. bei Eppenreuth, noch mehr an der Saualpe in Kärnthen und der Bacheralpe in Steyermark) Diſthen in kleinen himmelblauen Stengeln in ſo großer Menge, daß er den Granat faſt ganz verdrängt und den Eklogit in Diſthenfels (— z. B. auf der Inſel Syra —) umwandelt.

2) Merkwürdig iſt, daß viele Eklogite (z. B. bei Falligau im Fichtelgebirge, Haßlach in Baden und Heiligenblut am Großglockner) neben dem Smaragdit auch zweierlei Hornblende, nemlich grasgrüne, den Granat umſchließende, und braune, mit dem Smaragdit untermiſchte, enthalten.

3) Außerdem kommt in dem Eklogit (z. B. am Fichtelgebirge) ſehr häufig ſilberweißer Glimmer in Lamellen und nicht ſelten auch Quarz in einzelnen Körnern zwiſchen dem Smaragdit vor. — Endlich zeigen ſich auch in dieſen Eklogiten noch bisweilen Hyacinth, Olivin, Apatit, Oligoklas, Magnetkies, Titanit und Eiſenkies.

§. 198. **2) Ablagerungsgebiete.** Der Eklogit bildet im Gebiete des Gneißes, Glimmer- und Urthonschiefers, sowie des Granulites und Serpentins, zu welchem letzteren er sogar in verwandtschaftlichen Beziehungen zu stehen scheint, ungeschichtete Lagerstöcke von nicht selten bedeutender Mächtigkeit und Ausdehnung.

Seine Hauptlagerorte in Deutschland sind folgende:

1) im Gebiete der Alpen: an der Engelswand im Oetzthale, an der Saualpe (Kupplerbrunn) in Kärnthen, am Bachergebirge in Steyermark;
2) im Fichtelgebirge im Gebiete des Urthonschiefers: am Reuthberg bei Dölau unweit Hof, bei Eppenreuth, am Schafhügel bei Silberbach, am Rehhügel bei Fattigau, Autengrün Heilteck, Reutlas u. a. O.;
3) im Erzgebirge: im Gneiße bei Großwaltersdorf, im Granulit bei Waldheim, im Serpentin bei Greifendorf;
4) in den Sudeten: im Gneiße von Schmiedeberg.

In Norwegen: im Gneiße westlich von Romsdal und Horningdal.

46. Granatfels.

Eine, bis jetzt nur in untergeordneten Gängen, — z. B. bei Schmiedefeld am Thüringer Walde, bei Ehrenfriedersdorf und Schwarzenberg in Sachsen, bei Joachimsthal und Kupferberg im böhmischen Erzgebirge, — bemerkte krystallinisch-körnige Felsart, welche aus einem Gemenge von vorherrschendem braungelbem Granate mit Hornblende und meist auch mit etwas Magneteisenerz besteht.

Ein Verwandter des Granatfelses ist der aus schwarzem Glimmer, Mangangranat und Oligoklas bestehende und oft auch Cordierit enthaltende Kinzigit von Wittichen an der Kinzig im Schwarzwalde; ebenso der aus braunrothem Granat, grünem Augit und braungelbem Olivin (?) bestehende Eulysit von Tunaberg in Schweden.

47. Lherzolith oder Olivinfels.

1) Ein grünlichgraues, körniges Gemenge von vorherrschendem Olivin mit faserigem, grünbraunem Enstatit, smaragdgrünen Diopsidkörnern und schwarzem Picotit (Chromspinell).

Der Lherzolith kommt hauptsächlich vor: am See Lherz bei Vic dessos in den Pyrenäen, im Ultenthal in Tyrol, bei Wallenfels in Nassau, bei Hof in Franken, im Mururthale in Norwegen.

2) Verwandte des Lherzolithes sind:

1) der Dunit (nach v. Hochstetter): ein körniges Gemenge von gelbgrünen Olivinkörnern und schwarzen Chromeisenerz-Oktaëdern. Er bildet im Verbande mit Serpentin die gewaltige Bergmasse des Dun mountain auf Neu-Seeland;
2) der Pikrit: ein schwarzgrünes, krystallinisches Gestein, welches aus einer schwarzen, fast dichten, meist aus Hornblende, Diallag oder Magnesiaglimmer bestehenden, Grundmasse besteht, in welcher zahlreiche Krystalle und Körner von Olivin liegen. — Er kommt hauptsächlich bei Neutitschein in den Karpathen (bei Söhle, Schönau, Macklowitz und Alttitschein) vor.

β. Quarzhaltige Geſteine. §. 199.

48. Turmalinfels.

Körniges bis faſt dichtes, nicht ſelten auch ſchieferiges oder flaſeriges, — theils ſchwarz und weiß gefleckte, theils ſchwarz und weiß gebändertes, theils auch faſt einfarbig ſchwarzgraues, — Gemenge von ſchwarzem Turmalin und grauem Quarz.

Unweſentlich erſcheinen in dem Gemenge Glimmerblätter, Chloritſchuppen und bisweilen auch Feldſpath-, Zinnerz- und Granatkörner.

Er bildet Gänge und Lagerſtöcke im Gebiete des Granites, Glimmer- und Thonſchiefers, z. B. bei Eibenſtock und Schwarzenberg in Sachſen, wo er mit Zinnerz führenden Quarzgängen in Verbindung ſteht; bei Bilin in Böhmen; bei St. Auſtell Moor und bei Bodmin in Cornwall.

Ein Verwandter von ihm iſt der am Schneckenſtein im ſächſiſchen Voigtlande auftretende und aus einem Gemenge von grauem Quarz, ſchwarzem Turmalin und weingelben Topaskryſtallen beſtehende, Topasfels.

49. Greiſen.

Ein körniges Gemenge von vorherrſchendem grauem Quarz mit ſilberweißem, meſſinggelbem oder eiſengrauem Glimmer (Lithionglimmer); alſo ein feldſpathloſer Granit, in welchen er auch durch Aufnahme von Orthoklas übergeht.

Unter ſeinen unweſentlichen, aber häufig in ihm auftretenden Beimengungen ſind hauptſächlich Zinngraupen zu nennen.

Hauptlagerorte. Der Greiſen ſteht zunächſt mit Granit, in welchen er auch übergeht, in engſter Verbindung (z. B. bei Zinnwalde im Erzgebirge); außerdem aber bildet er auch Zinnerz führende Stöcke im Gneiß (z. B. bei Schlackenwalde) und im Porphyr (z. B. bei Altenberge in Sachſen).

49 a. Itakolumit.

(Indiſcher Namen vom Gebirge Itakolumi Villa Rica entlehnt. — Gelenkquarz; biegſamer Quarz).

Körnig-ſchiefriges Gemenge von vorherrſchendem weißem Quarz und ſilberweißem Glimmer und Talk oder Chlorit.

Der Quarz bildet körnige, dünne Lagen, zwiſchen denen die Glimmer- oder Talkblättchen entweder parallele zarte Lagen bilden oder ſich in wellenförmigen Lamellen ſo um die einzelnen Quarzkörnchen legen, daß ſie dieſelben gelenkartig umſchließen und ſo den Zuſammenhang zwiſchen denſelben aufheben. Durch dieſe letztere Verbindungsweiſe wird das Geſtein in dünnen Platten biegſam. Bisweilen erſcheinen aber auch Quarzkörner und Glimmerſchüppchen ſo bunt durch einander gemengt, daß das Geſtein ſandſteinartig ausſieht.

Der Itakolumit zeigt Uebergänge in quarzreichen Glimmerſchiefer, in Quarzſchiefer und in Eiſenglimmerſchiefer, mit welchem er oft im Lagerverbande ſteht.

Der Itakolumit, welcher ſtets deutlich geſchichtet iſt, bildet in Braſilien das, durch ſeinen Gold- und Diamantreichthum berühmte, 2000 bis 3000 Fuß hohe Gebirgsland von Minas Geraes, kommt aber auch in Virginien, Georgia und Süd-Carolina in Nordamerika im Verbande mit Urthon- und Glimmerſchiefer vor; außerdem treten am Ural, in Galizien und Piemont ihm nahe verwandte Geſteinsarten auf.

II. Feldſpathfreie Felsarten mit ſchieferigem Gefüge.

§. 200. ### 50. Glimmerſchiefer.

(Micaschiste; Micaceous Schist).

1) Beſtand: Glimmer (— Kali-, Magneſia- oder Eiſenglimmer oder ſtatt deſſen auch Paragonit —) und Quarz ſind in abwechſelnden Lagen mit einander verbunden, ſo daß die Geſteinsmaſſe ein mehr oder weniger vollkommen ſchieferiges Gefüge beſitzt.

1) Der Glimmer iſt meiſtens der vorherrſchende Gemengtheil. Er bildet theils einzelne iſolirte Blättchen oder Schuppen, welche entweder parallel neben einander liegen oder auch richtungslos um den Quarz herum vertheilt ſind, theils zuſammenhängende, oft der Länge nach parallel gefältelte, Häute. Von Farbe iſt er entweder ſilberweiß oder eiſengrau und dann bei der Verwitterung meſſinggelb (— ſo beim Kaliglimmer —) oder dunkelbraun bis eiſenſchwarz und dann bei der Verwitterung rothbraun (— ſo beim Magneſia- oder Eiſenglimmer —). Bisweilen kommen in einem und demſelben Schiefer beide Glimmerarten vor und dann erſcheint derſelbe gefleckt. — In einzelnen Fällen wird der Glimmer von gelblichſilberweißem, perlmutterglänzendem Damourit oder auch von graulichgelblichweißem, ſchwach perlmutterig glänzendem, Paragonit oder Natronglimmer vertreten.

2) Der Quarz, deſſen Vorhandenſein man am erſten im Querbruche des Glimmerſchiefers bemerkt, tritt namentlich in Körnern oder auch in ei- oder linſenförmigen Knollen auf, bildet indeſſen auch oft mehr oder weniger zuſammenhängende Lagen.

2) Abänderungen des Gefüges und dadurch erzeugte Abarten. Die Vollkommenheit und Deutlichkeit des Schiefergefüges hängt einerſeits von dem Mengeverhältniſſe des Glimmers und Quarzes und andererſeits von der Form der beiden Gemengtheile, ſowie von der Vertheilung des Glimmers zwiſchen den Quarzkörnern ab. — Mit Berückſichtigung aller dieſer Verhältniſſe ſind zu unterſcheiden: glimmerreiche und glimmerarme oder quarzreiche Glimmerſchiefer.

a. Die glimmerreichen Glimmerſchiefer ſind die bei weitem am meiſten §. 200.
vorkommenden. Der wenige Quarz, welchen ſie enthalten, bildet kleine Körner, welche aber in der Regel vom Glimmer ſo umhüllt ſind, daß man ſie nur im Querbruche des Geſteines — und da oft nur undeutlich — bemerken kann. Geſteine dieſer Art ſcheinen oft nur aus Glimmer zu beſtehen. Ihr Gefüge hängt indeſſen von der Form des Glimmers ab.

α. Bildet nemlich der Glimmer kleine iſolirte Schuppen und Blättchen, welche nicht in ganz parallele Lagen, ſondern etwas ordnungslos um die Quarzkörner herum vertheilt ſind, ſo erſcheint das Geſtein mehr oder weniger unvollkommen ſchiefrig: Schuppiger Glimmerſchiefer.

β. Bildet dagegen der Glimmer zuſammenhängende, parallel ziehende Membranen, welche die einzelnen Quarzkörnchen umhüllen, ſo erſcheint das Geſtein vollkommen und dünnſchiefrig: Dünnſchiefriger oder eigentlicher Glimmerſchiefer.

b. Die glimmerarmen oder quarzreichen Glimmerſchiefer kommen weniger häufig vor und erſcheinen mehr in untergeordneten Schichten des eigentlichen Glimmerſchiefers. Oft ſtehen ſie dem ſchiefrigen Quarzfels näher als dem Glimmerſchiefer und würden in dieſem Falle zur Gruppe der Quarzite gerechnet werden müſſen. Ihr Gefüge hängt theils von der Form des Glimmers, theils von der Geſtaltung des Quarzes ab.

3) Zufällige Gemengtheile: Während mancher Glimmer ſehr reich an mineraliſchen Einſchlüſſen iſt, z. B. der des Alpengebirges, enthält ein anderer faſt nichts, ſo am Thüringer Walde. Die am meiſten vorkommenden Einſchlüſſe ſind folgende:

Granat, braun oder blutroth, in Körnern oder Rhombendodekaëdern, welche bisweilen die Größe von 2 Zoll erreichen und oft ganz ſcharf ausgebildet ſind. Vorzüglich reich an Granaten erſcheint der Glimmer des Alpengebirges, ſo namentlich der Simplon, das Paſſeyerthal in Südtyrol, wo er oft den Quarz ganz aus dem Glimmer verdrängt; das Zillerthal, wo er oft über 1 Zoll große Kryſtalle bildet; Böhmen, Ungarn, im Tatragebirge, namentlich am Fuße des Kriwan; Glatz am Jauersberge, wo zugleich Turmalin im Glimmer vorkommt; am Kapellenberg bei Friedeberg; Norwegen ꝛc.

Turmalin, ſchwarz oder dunkelbraun, in langen Säulen und Nadeln, welche oft büſchel- oder ſternförmig gruppirt und gewöhnlich zwiſchen den Glimmerlagen und dem Quarz eingewachſen erſcheinen. Hie und da zugleich mit blauem Diſthen und Staurolith verbunden. — Vorzüglich in dem ſehr glimmerreichen ſchuppigen Glimmerſchiefer (St. Gotthard; Zillerthal; Côte de Pyriac im Departement der unteren Loire; Grönland zu Karoſulik; Glatz am Jauersberge).

Epidot (Piſtazit), beſonders im quarzreichen Glimmerſchiefer: Schleſien bei Friedeberg; Maſſachuſetts.

Hornblende: ſchwarz in kleinen Nadeln, welche meiſt büſchelweiſe verbunden ſind: St. Gotthard im Val Canaria, wo zugleich

§. 200. auch große Granaten vorkommen; Salzburger Alpen; Böhmen bei Preßnitz; Erzgebirge bei Oberwiesenthal; Bayreuth an den Sommerleiten; Schottland in Pertshire, wo sie sehr häufig ist; Norwegen am Snöhättan.

Smaragd, gras- bis blaßgrün, Säulen; oft begleitet von Turmalin: Hoher Tauern im Habachthal; Aegypten im Gebirge Zabara.

Andalusit, fleischroth, in oft großen Säulen, in Nestern von Quarz oder einfach umschlossen von einer Glimmerhülle: Tyrol bei Lisens; Oberpfalz bei Bodenmais und Herzogau; Schlesien bei Oberlindewiese. In Irland ist der Glimmerschiefer am Gipfel des Cadeen und am Douco-Mountain (nach Weawer) so mit Andalusiten gefüllt, daß sie fast einen wesentlichen Bestandtheil des Gesteines bilden.

Chiastolith im älteren Glimmerschiefer der Pyrenäen.

Talk und Chlorit, blätter- oder streifenweise dem Glimmer beigemengt.

Feldspath häufig und den Uebergang des Glimmerschiefers zum Gneiß vermittelnd. Bisweilen treten seine Krystalle deutlich aus der Masse hervor, und machen den Glimmerschiefer porphyrartig, z. B. sehr schön in der Bretagne an der Straße zwischen Baud und Lominé; Erzgebirge; Alpen u. s. w.

Graphit, bisweilen in so großer Menge, daß er den Glimmer oder Quarz ganz verdrängt und den Glimmerschiefer in Graphitschiefer umwandelt: Sachsen bei Elterlein und Schwarzenberg; Wallis (Huffiner); Norwegen am Snöhättan; Pyrenäen im Gistainthal.

Apatit in Massachusetts oft.

Flußspath: Schlesien bei Messersdorf.

Kalk- und Bitterspath: Tyroler Alpen.

Eisenkies: Fichtelgebirge; Böhmen bei Joachimsthal; Schlesien bei Karlsbrunn; Realp im Urserenthal.

Magneteisenerz: Schlesien bei Karlsbrunn.

Eisenglanz (Eisenglimmer), welcher bisweilen den Glimmer fast verdrängt, und den Glimmerschiefer in Eisenglimmerschiefer überführt: Ungarn; Bretagne.

Auch auf Spalten des Glimmerschiefers kommen zahlreiche Mineralarten vor, so: Axinit, Anatas, Brookit, Rutil, Titanit, Kupfererze, Zeolithe verschiedener Art u. s. w. — Sehr reich an metallischen Einschlüssen ist der Glimmerschiefer von Kupferberg und Rudelstadt in Schlesien.

4) Uebergänge läßt der Glimmerschiefer wahrnehmen:

a. durch Abnahme des Glimmers und Zunahme des Quarzes: in Quarzitschiefer und Quarzfels;

b. durch fortwährende Verkleinerung seiner Gemengtheile, so daß zuletzt sein Gemenge kryptokrystallinisch wird: in Urthonschiefer;

c. durch Ueberhandnahme von zufälligen Gemengtheilen: so durch vorherrschendes Auftreten

von Feldspath: in Gneiß;

von Chlorit: in Chloritschiefer;

von Turmalin: in Turmalinſchiefer; §. 200.
von Hornblende: in Hornblendeſchiefer;
von Kalkſpath: in Kalkglimmerſchiefer;
von Eiſenglimmer: in Eiſenglimmerſchiefer;
von Graphit: in Graphitſchiefer.

In den meiſten dieſer Fälle wird durch den ſich eindrängenden zufälligen Gemengtheil der Glimmer verdrängt; nur der Kalkſpath vertreibt den Quarz.

5) Abarten des Glimmerſchiefers, welche durch Glimmerverwandte oder Beimengungen hervorgerufen werden.

1) Eiſenglimmerſchiefer: Körnig-ſchiefriges Geſtein von blättrigem Eiſenglanz (ſogen. Eiſenglimmer) und Quarz. Zufällig beigemengt erſcheint in ihm: gediegenes Gold, Pyrit und Talk (— ſo namentlich in den Bergwerken von Cocaes und Cottaſaltas in Braſilien). — Dieſes deutlich geſchichtete Geſtein bildet weit ausgedehnte Ablagerungen zwiſchen Urthonſchiefer und Itakolumit, ſo namentlich in der braſilianiſchen Provinz Minas Geraes bei Itabira, Antonio Pereira u. a. O.
2) Paragonitſchiefer: Schiefriges Gemenge von Natronglimmer und Quarz, oft Staurolith- und Diſthenkryſtalle umſchließend. In den Alpen, z. B. am St. Gotthard.
3) Amphilogitſchiefer: Gemenge von grünlichweißem, feinſchuppigem Talk und ſehr wenigem Quarz. Im Zillerthal. (Oft mit Talkſchiefer verwechſelt).
4) Sericitglimmerſchiefer, in welchem gelblich- bis lauchgrüne, talkähnliche Sericithäute nebſt Chloritſchüppchen mit Lagen und Linſen von hornſteinähnlichem Quarz abwechſeln. In der Taunuskette.
5) Graphitſchiefer, in welchem Graphitblättchen die Stelle des Glimmers einnehmen, z. B. bei Schwarzenberg in Sachſen und am Kaiſersberg in Steyermark.
6) Kalkglimmerſchiefer: ein körnig-ſchiefriges bis vollkommen ſchiefriges Geſtein, in welchem Kalkſpath (oder auch Dolomit) mit mehr oder weniger Quarz untermengt, körnige Lagen bildet, welche von mehr oder weniger zahlreichen, parallel liegenden Blättern, Flaſern oder Membranen von Glimmer (oder Talk) durchzogen werden. — In Salzſäure unter Aufbrauſen und Hinterlaſſung eines glimmerigen und meiſt auch quarzigen Rückſtandes löslich. — Der Kalkglimmerſchiefer geht in Glimmer-, Chlorit-, Talk-, Hornblendeſchiefer und in körnigen Kalk über. — Der Kalkglimmerſchiefer iſt hauptſächlich im Gneißglimmerſchiefer-Gebiete der Alpen mächtig entwickelt, ſo namentlich in den Savoyiſchen Centralalpen vom Mont Cenis und dem Montblanc hin bis zum Matterhorn, dann in den Engadiner Alpen und endlich am Hohen Tauern vom Großglockner bis Ankogel und bis zur Drau.

6) Verwitterung des Glimmerſchiefers (ſ. §. 202).

7) Lagerungsformen. Der Glimmerſchiefer iſt ſtets in ſehr deutliche Schichten abgetheilt, deren Abſonderungsflächen mit der Schieferung

§. 200. ganz parallel ziehen. Aber sehr häufig sind diese Schichten mehr oder weniger steil aufgerichtet. In diesem Falle stehen sie entweder unter einander parallel oder sie gehen strahlig aus einander, sei es nun nach oben (fächerförmig), sei es mit ihren unteren Enden, in welchem Falle ihre oberen Theile in einem Winkel dachförmig (giebelförmig) zusammenfallen. Im letzteren Falle bilden sie gewöhnlich eine mantelförmige Umlagerung um senkrecht aufgerichtete Gneißschichten oder auch wohl um den Stock eines Eruptivgesteines.

Sehr schön und großartig sieht man diese zuletzt erwähnten Lagerungsformen am Salzburger und Kärnthner hohen Tauern. Die Centralmasse desselben besteht aus senkrecht stehenden Schichten von grobflaserigem Granitgneiß. Ihr lagern sich auf der Nord-, wie auf der Südseite mit steilem Einfallen krystallinische Schiefer an, welche beiderseits drei Hauptgruppen unterscheiden lassen, von denen die untere durch Glimmer- und Kalkglimmerschiefer, die mittlere durch Chlorit- und Talkschiefer, die obere durch Glimmerthonschiefer und Kalkthonschiefer charakterisirt wird.

8) Lagerungsverhältnisse: Der Glimmerschiefer ist ein sehr treuer Begleiter des Gneißes und des Urthonschiefers. Da, wo diese letztgenannten Gebirgsarten zusammen auftreten, lagert er in der Regel über dem Gneiß und unter dem Urthonschiefer und bildet so das Vermittelungsglied zwischen beiden. Es fehlt indessen auch nicht an Beispielen, wo er mit einer dieser beiden Felsarten wechsellagert oder mehr untergeordnete Lager in ihnen bildet, sowie auch diejenigen Fälle nicht selten sind, in denen er so mächtig auftritt, daß er eine der beiden genannten Gebirgsarten fast oder ganz verdrängt, so daß er entweder allein oder in Verbindung mit der einen oder der anderen dieser Felsarten das Gebiet behauptet. Da, wo der Thonschiefer fehlt, sieht man oft über dem Glimmerschiefer Chlorit- oder Talkschiefer oder auch wohl Hornblendeschiefer abgelagert, in welchem Falle diese Schieferarten gewissermaßen die Stellvertreter des Thonschiefers bilden. — Als ein treuer Gefährte des Gneißes nimmt der Glimmerschiefer an allen Ablagerungsformen und Lagerungsverhältnissen desselben Theil: wo daher der erstere wagerecht abgelagert erscheint als primitives Gestein, da bildet er die wagerechte Decke desselben, und wo der erstere in aufrechter oder umgekehrter Fächerstellung auftritt, da bildet er die äußersten Fächerschichten oder den Mantel des Gneißfächers.

9) Hauptlagerorte: Als Urglimmer tritt er hauptsächlich in folgenden Gebirgsländern auf:

1) In Spanien bildet er den Haupttheil der Sierra Nevada in Granada, namentlich den Caro de Mulhacen.
2) In den Alpen tritt er gewöhnlich mit dem Gneiß auf und bildet dann in der Regel die Gehänge und Nebenketten der Centralalpenkette, während der Gneiß den Kamm desselben aufthürmt. Dies ist hauptsächlich der Fall in den Lepontinischen und noch mehr in den Tyroler, Salzburger und Oberkärnthner Alpen, in welchen drei letzten Alpentheilen (am Hohen Tauern) er die nördlichen und südlichen Gehänge der Centralkette zusammensetzt und nach Außen hin theilweise von Kalkthonschiefer bedeckt wird. In den Poalpen tritt er selbstständiger auf, zum Theil in eigenthümlichen Lagerungsbeziehungen zum Liaskalk.

3) Am Thüringer Walde ſetzt er namentlich im nordweſtlichen Theile die Berge in der Umgebung der Ruhla zuſammen.
4) Im Erzgebirge umgiebt er alle größeren Ablagerungen von Granit und Gneiß, auch vom Granulit, und wird wieder vom Urthonſchiefer, in welchen er nach oben ganz allmählich übergeht, bedeckt. Hauptſächlich zeigt er ſich im weſtlichen Theile mächtig entwickelt. Aus ihm tritt an der Südſeite des Erzgebirges eine der Granulitinſeln hervor.
5) In den Sudeten bildet er große Strecken Landes. Im Rieſengebirge grenzt er der ganzen Länge des Hauptkammes nach an den Granit, ſo daß man, von Kupferberg über die Schneekoppe bis Schreiberhau gehend, nordwärts nur Granit und ſüdwärts nur Glimmerſchiefer erblickt. Eine faſt noch größere Ausdehnung gewinnt er in der Grafſchaft Glatz und in dem mähriſchen Gebirge, wo er mit Gneiß häufig wechſelt.

„Der Glimmerſchiefer Schleſiens iſt ganz beſonders ausgezeichnet durch die große Menge von den verſchiedenartigſten untergeordneten Lagern. Vorzüglich iſt es der körnige Kalk, welcher in Lagern ſo häufig auftritt, „„daß man an manchen Bergen unſchlüſſig wird, ob der Glimmerſchiefer oder der Kalkſtein das vorwaltende Geſtein iſt““ (vgl. L. v. Buch Geogn. Beob. I. S. 43). — Der Glimmerſchiefer von Kupferberg und Rudelſtadt ſchließt allein eine Menge der verſchiedenartigſten Silber- und Kupfererze ein.“

6) In Ungarn tritt er ſüdlich vom Tatragebirge im Verbande mit Thonſchiefer auf.
7) In Norwegen bildet er (nach Naumann) mit Ausnahme der Lofoden und der äußerſten Weſtküſte den ganzen Landſtrich von 67° bis 70° nördlicher Breite.
8) In Schottland ſetzt er den größten Theil des Landes, welches nördlich von einer von Stonehaven nach der Inſel Arran gezogenen Linie liegt, zuſammen. — In Irland kommt er namentlich in den Grafſchaften Donegal und Londonderry vor.
9) Der ſüdliche Theil des Ural beſteht ebenſo wie der Taganai zum größten Theile aus Glimmerſchiefer.
10) In den Cordilleren Südamerikas tritt er namentlich mächtig in den vom Aequator ſüdlich liegenden Gebieten auf.

51. Urthonſchiefer. §. 201.

(Thonglimmerſchiefer; Phyllit; Schiste argileux; Phyllade; Clay-State).

1) Beſtand: Vollkommen ſchiefriges, meiſt kryptokryſtalliniſches, dunkelgraues, lauchgrünes oder ſchwarzblaues, auf den Spalt- oder Schieferflächen ſeidenglänzendes oder auch glimmerndes, Geſtein, welches aus mikroſkopiſch kleinen Glimmer- und Chloritſchüppchen, Quarz- und Feldſpathkörnchen beſteht und bisweilen auch viel Hornblendeſplitterchen enthält.

1) Nicht überall beſitzen die Urthonſchiefer die eben genannten Gemengtheile in gleichen Quantitäten und Qualitäten.
   a. So enthält nach Gümbel der oſtbayeriſche Urthonſchiefer Chlorit (Phyllochlorit), ein gewäſſertes Thonerdeſilicat (Pyrophyllit) und Quarz, ſowie etwas Feldſpath. — Der Urthonſchiefer von Lunzenau beſteht nach Fickenſcher aus Damourit, Deleſſit, Quarz und Titaneiſenerz. — Die Urthonſchiefer der Ardennen und des Fichtelgebirges beſitzen viel Hornblendenädelchen, welche den Glimmerblättchen parallel liegen.

§. 201. b. Wohl die meisten der Urthonschiefer bestehen aus einem durch Schwefelsäure zersetzbaren, glimmerartigen, einem durch Salzsäure zersetzbaren, chloritartigen, und aus einem in Säuren scheinbar unzersetzbaren, quarzigen und feldspathigen Bestandtheil. Dieses ist z. B. der Fall bei vielen Urthonschiefern des Fichtelgebirges, Harzes und der Ardennen. In den Ardennenschiefern fand Sauvage

27,3 — 28 durch Salzsäure zersetzbare Theile,
72,7 — 27,3 „ „ unzersetzbare Theile,
10 — 14 Proc. durch Hitze austreibbares Wasser.

c. In Folge ihrer schwankenden Zusammensetzung zeigt der Urthonschiefer auch einen schwankenden chemischen Gehalt. Nach Gümbel besitzt der ausgeprägte Urthonschiefer von Wernersreuth in Ostbayern: 62,83 Kieselsäure, 22,44 Thonerde, 4,32 Eisenoxydul, 5,51 Natron, 2,74 Kali und 0,9 Wasser; nach Frick aber enthält der Urthonschiefer:

	1. von Goslar am Harz:	2. von Lehsten am Frankenwald:
Kieselsäure	60,03	64,57
Thonerde	14,91	17,30
Eisenoxyd	8,94	7,46
Kalkerde	2,08	1,16
Magnesia	4,22	2,60
Kali	3,87	1,99
Natron	—	—
Kupferoxyd	0,28	0,30
Wasser	5,67	4,62

Im Allgemeinen verhielt sich die Menge des durch Salzsäure zersetzbaren Theiles zu dem nicht zersetzbaren Theile dieser beiden Urthonschiefer im Mittel wie 28 zu 72. —

d. Der Kieselsäure-Gehalt schwankt nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen zwischen 45 und 74 Proc. — Hierbei darf indessen nicht unbemerkt bleiben, daß gar mancher bis jetzt untersuchter Urthonschiefer nichts weiter als gemeiner Thonschiefer war.

2) Abarten. — Unter den unwesentlichen Beimengungen, zu denen unter anderen Granat, Turmalin, Graphit, Magneteisenerz und Eisenkies zu nennen sind, treten manche in bestimmten Landesgebieten so regelmäßig und beständig auf, daß sie für die Urthonschiefer dieser Gegenden gewissermaßen zu wesentlichen Gemengtheilen werden, und hierdurch bestimmte Abarten desselben hervorrufen. Die wichtigsten dieser Abarten sind folgende:

1) Chiastolithenschiefer: Sehr dichter, dunkelgrauer oder blauschwarzer Urthonschiefer, in dessen Masse mehr oder weniger zahlreiche, weiße oder gelbliche, gewöhnlich kleine, Chiastolithsäulchen liegen. Er kommt vor bei Strehla und Leuben in Sachsen, bei Gefrees am

Fichtelgebirge; bei Rochefort u. a. O. in der Bretagne; zahlreich in den Pyrenäen und in Norwegen bei Chriſtiania. §. 201.

2) Staurolithenſchiefer: Glimmerreich, mit Staurolithkryſtallen; z. B. im Thal von Bagnères in den Pyrenäen.

3) Ottrelitſchiefer: Grauer oder grüner Schiefer mit kleinen, ſechsſeitigen, grünlichen Ottrelitblättchen (vgl. Min. S. 738). In einem chloritiſchen Thonſchiefer bei Ottrez an der Grenze von Luxemburg; bei Ebnat und Schwarzenreuth in der bayeriſchen Oberpfalz u. ſ. w.

4) Knoten-, Fleck-, Frucht- oder Garbenſchiefer: Dichter oder feinſchuppiger, glimmerreicher Schiefer, in deſſen Maſſe verſchieden farbige Körner und Knötchen oder langgezogene, Getreidekörnern ähnliche, bald einzeln bald zu Büſcheln, Sternen oder Garben gruppirte Körperchen eingeſtreut liegen oder auch dunkele Flecken auftreten, welche ebenſo wie die Körner und Knötchen unter dem Mikroſkope aus derſelben Maſſe wie der Schiefer ſelbſt beſtehen und nur durch reichlich in ihnen enthaltenen Chlorit-, Kohlen- und Graphittheilchen dunkler gefärbt erſcheinen. Sie kommen hauptſächlich im Verbande mit Granit und Syenit im Thonſchiefergebiete Sachſens, z. B. bei Lengefeld und Lunzenau, bei Tirſchnitz und Großenſee in Oſtbayern, am Harz (als ſogenannter Spiloſite) und in den Pyrenäen vor.

3) Uebergänge hat man vom Urthonſchiefer mehrfach beobachtet, ſo in Glimmer-, Chlorit- und Hornblendeſchiefer und ſelbſt in Gneiß, z. B. im Gebiete der Gaſtein und Rauris in den Salzburger Alpen.

4) Ablagerungsgebiete. Der Urthonſchiefer bildet in Verbindung mit Kieſel-, Hornblende-, Chlorit- und Diabasſchiefern die über den primitiven oder laurentiſchen Gneißen und Glimmerſchiefern und unter der Silurformation befindlichen Regionen zuſammen, ſo in den Salzburger und Kärnthner Alpen, in Oſtbayern, im Fichtelgebirge, in Mähren, Böhmen, im Erzgebirge und in Schleſien; auch in Norwegen, Schottland und Irland, in den Ardennen, Pyrenäen und auch in Nordamerika.

51 a. Sericitſchiefer. (Sericitphyllit).

1) Beſtand. Eine dichte, dunkelgrüne, violette oder braunrothe Schiefermaſſe, welche aus Chloritſchüppchen, Quarz und Sericit, alſo aus den Gemengtheilen des Sericit-Glimmerſchiefers (ſiehe Abarten des Glimmerſchiefers) beſteht und gewöhnlich auch Albit und Magneteiſen enthält.

2) Abarten: Man unterſcheidet von dieſem Schiefer:

1) grünen Sericitſchiefer: Schön dunkelgrün, auf den Spaltflächen ſchimmernd ſeidenglänzend und meiſt gefältelt, hart, feſt und dickſchiefrig, bei der Verwitterung gelb und braun werdend; mit Albit und vielen Schnüren und Trümmern von Quarz. Aus 60,23 Kieſelſäure, 1,49 Titanſäure, 15,96 Thonerde, 1,11 Eiſenoxyd, 4,94 Eiſenoxydul, 2,67 Magneſia, 2,19 Kalkerde, 2,58 Kali, 6,71 Natron, 0,04 Phosphorſäure, 0,05 Kupferoxyd, 2,13 Fluorkieſel und Waſſer beſtehend. — Spec. Gewicht = 2,788.

2) rothen Sericitſchiefer: Violett oder braunroth, ſeidenartig glänzend, weich, fettig anzufühlen; oft grün gefleckt; ohne Albit und neben Sericit auch glimmerhaltig. 55,84 Kieſelſäure, 0,51 Titanſäure, 15,62 Thonerde, 4,86 Eiſenoxyd, 8,25 Eiſenoxydul, 1,39 Magneſia, 0,50 Kalkerde, 6,13 Kali, 1,70 Natron, 5,19 Fluorkieſel und Waſſer enthaltend. — Spec. Gew. = 2,882.

3) Lagergebiete: Die Sericitſchiefer kommen hauptſächlich in den Steyermärker und Salzburger Alpen, in den belgiſchen Ardennen, in der Taunuskette und im Harze, wahrſcheinlich aber in noch anderen Thonſchiefergebieten vor.

§. 202. **Verwitterungsweiſe des Glimmer- und Urthonſchiefers.** — Wie früher ſchon bei der Betrachtung des Verwitterungsproceſſes mitgetheilt worden iſt, ſo iſt die Art und Schnelligkeit der Verwitterung der kryſtalliniſchen Schiefergeſteine abhängig einerſeits von der Art ihrer Gemengtheile und ihres Gefüges und andererſeits ihrer Ablagerungsweiſe.

1) Was zunächſt den Einfluß der Art der Gemengtheile in den Schiefergeſteinen betrifft, ſo verwittern unter ihnen im Allgemeinen
   a. am ſchnellſten die feldſpathhaltigen, zumal wenn ſie oligoklashaltig ſind, wie man am Gneiß und noch beſſer am Thonſchiefer bemerken kann. „Der feldſpathhaltige Thonſchiefer wird leichter „„faul““ und iſt leichter zur Alaunbildung geneigt als der feldſpathloſe“, ſagen die Praktiker.
   b. Unter den feldſpathloſen Schiefergeſteinen verwittert am ſchnellſten der, bei der Verwitterung roth werdende, Magneſiaglimmerſchiefer; langſamer der, bei der Verwitterung ockergelb werdende Kaliglimmerſchiefer, am langſamſten der chlorit- und talkreiche Schiefer.

2) Ein und derſelbe Schiefer zeigt ſich indeſſen wieder verſchieden je nach der Verbindungsweiſe ſeiner Gemengtheile. Dieſes tritt ganz vorzüglich bei dem Glimmerſchiefer hervor. Herrſcht bei dieſem der Glimmer ſo vor, daß er zuſammenhängende Lagen darſtellt, während der Quarz nur ganz dünne, vom Glimmer vollſtändig umhüllte Zwiſchenlagen oder vereinzelte Körner bildet, dann verwittert dieſer Schiefer weit langſamer als wenn der Quarz die Hauptmaſſe bildet, zwiſchen welcher der Glimmer in ſehr dünnen, unterbrochenen Membranen auftritt. In dieſem letzten Falle findet man häufig Quarzitſchiefer, welche in ihrem Innern ſtatt der Glimmerlagen nur noch dünne Eiſenoxydlagen beſitzen, während äußerlich der Glimmer noch ziemlich friſch vorhanden iſt. Ebenſo bemerkt man bei ſolchem Glimmerſchiefer, in welchem der Quarz in groben Körnern (wie Nagelköpfe) die einzelnen Glimmerlagen durchbricht, daß die Verwitterung des Schiefers in der nächſten Umgebung dieſer Körner beginnt und von ihnen aus ſich ſtrahlen- oder zonenförmig in die Maſſe der Glimmerlamellen verbreitet, bis ſich dieſe Verwitterungszonen von einem Quarzkorne zum andern erſtrecken und nun die angewitterte Glimmerlamelle in eine, aus magerem, rothbraunem Thon und halbzerſetzten Glimmerſchüppchen beſtehende Lettenhaut zerfällt, welche vom Regen abgeſpült wird.

3) Ferner übt auch die Art der Schieferung einen großen Einfluß §. 202.
aus. Vollkommen-, eben- oder glattflächig-ſchieferige Geſteine verwittern weit ſchwieriger und langſamer, als unterbrochen-, runzelig-, wellig- oder gewunden ſchiefrige, weil nicht nur der Temperaturwechſel, ſondern auch die Atmoſphärilien ſtärker auf ſie einwirken und feſter an ihrer unebenen Fläche haften können.

4) Endlich iſt auch die Art der Ablagerung ihrer Schiefermaſſen von ſehr großem Einfluſſe. — Wie früher ſchon bemerkt worden, ſo können die Verwitterungsagentien um ſo weniger an den Schiefern haften und nagen, je wagerechter ſie abgelagert erſcheinen und je weniger ihre Maſſe von ſenkrecht ziehenden Riſſen unterbrochen iſt.

Eine Abänderung erleidet dieſer Erfahrungsſatz da, wo Schieferablagerungen von Graniten, Syeniten, Dioriten, Diabaſen und anderen ungeſchichteten Geſteinen durchbrochen werden. In dieſem Falle erſcheinen auch wagerecht abgelagerte Schiefermaſſen überall da, wo ſie mit dieſen letztgenannten Felsarten in Berührung ſtehen, oft auf weite Strecken hin auf mannichfache Weiſe theils durch Auslaugungsproducte dieſer Durchbruchsgeſteine, theils auch durch die Atmoſphärilien allein umgewandelt und zerſetzt.

Am ſtärkſten leiden die ſchiefrigen Glimmerſteine durch die Verwitterung, wenn ihre Schiefermaſſen ſo aufgerichtet ſind, daß unaufhörlich Meteorwaſſer-Niederſchläge zwiſchen dieſelben eindringen können. Sehr oft ſehen in dieſem Falle die Schieferfelsmaſſen äußerlich noch ganz friſch aus, während ſie zwiſchen ihren einzelnen Lagen ſchon „ganz faul“ d. h. in ein erdiges Gemiſch von ockergelbem, graugrünlichbraunem oder rothbraunem, mit unzähligen Schieferblättchen erfülltem, Eiſenthon umgewandelt ſind. Daß in dieſem Falle durch Waſſer, welches allmählich die ganze „ſchüttige oder faule“ Maſſe im Innern der Schieferberge durchzieht und dieſelbe ſchlammig macht, ſelbſt große Bergmaſſen zum Zuſammenſturz gebracht und in einen Alles verheerenden und weite Thalſtrecken ausfüllenden Schlammſtrom umgewandelt werden können, das beweiſen die Schlammausbrüche und „Erdmurren“ in den Urſchieferalpen z. B. Südtyrols. — Aber bei ſolchen aufgerichteten Schiefermaſſen wirkt das in ihre Schieferſpalten eingedrungene Meteorwaſſer nicht nur chemiſch, ſondern auch mechaniſch auseinanderzwängend, ſobald es während des Winters zu Eis erſtarrt, wie das gewaltige Haufwerk verwitterter Schieferfragmente am Fuße ſteil aufgerichteter oder gar fächerförmig zerſpaltener Glimmer- oder Thonſchieferfelſen hinlänglich beweiſt.

Die Verwitterungsproducte der glimmerhaltigen Schiefergeſteine zeigen ſich ſehr verſchieden und ſind inſofern nur ſchwierig zu beſtimmen, als namentlich die ſcheinbar gleichartigen Thonſchiefer nicht beſtimmt erkennen laſſen, aus welchen Mineralarten ſie beſtehen. Es läßt ſich daher nur im Allgemeinen Folgendes mittheilen:

1) Die Glimmerſchiefer und zwar

a. die Kaliglimmerſchiefer geben:

an Auslaugungsproducten hauptſächlich lösliches Kali-

carbonat, Eisencarbonat, Fluorcalcium und Kieselsäure. Aus den drei letzten Substanzen bilden sich auf den Spalten des Glimmerschiefers Eisenspath, Eisenrahm, Flußspath und Quarz;

an unlöslichem Rückstand einen mit Eisenoxydhydrat, zahlreichen Glimmerschüppchen und Quarzkörnern untermengten, ockergelben Lehm.

b. Die Magnesiaglimmerschiefer geben:

an Auslaugungsproducten vorzüglich lösliche Carbonate von wenig Kali, von viel Eisenoxydul und auch von Magnesia und Kieselsäure. Aus diesen Substanzen bilden sie auf ihren Klüften namentlich Quarz, Chlorit, Bitter- oder Braunspath, Eisenspath, aber auch schuppigen Eisenglanz.

an unlöslichem Rückstand einen fettigen, mit Quarzkörnern, Chlorit (Grünerde), Speckstein knöllchen, Eisenoxyd untermengten, rothbraunen Lehmthon.

2) Der Urthonschiefer zeigt sich sehr verschieden und nähert sich in seinen Verwitterungsproducten bald den Dioriten und Porphyriten bald dem Chlorit- und Glimmerschiefer. Auf seinen Klüften zeigen sich außer den schon beim Magnesiaglimmerschiefer genannten Zersetzungsproducten noch mehrere schöne Phosphate, so namentlich Peganit und Wavellit, und Carbonate der Kalk-Magnesia, des Eisen- und Manganoxydules. Enthält er viel Eisenkiese beigemengt, so bilden sie unter dem Einflusse des aus ihnen entstehenden Eisenvitrioles aus seiner Masse auch Haarsalz, Alaun, Bittersalz und Gyps. — Sein unlöslicher Rückstand ist stets thoniger Natur.

II. Classe: Klastische Felsarten.

§. 203. **Bildungsmaterial derselben.** — Wo durch den Einfluß von mechanisch wirkenden Kräften, — so namentlich durch plötzlich wechselnde, hohe und niedere, Temperaturgrade, durch die Sprengkraft des gefrierenden Wassers oder gewaltsam sich ausdehnender, vulcanischer, Wasserdämpfe — die Massen der Felsarten zerschellt werden, da entsteht Fels- oder Steinschutt; wo aber durch den Einfluß von chemisch wirkenden Agentien die Massen der krystallinischen Felsarten oder auch ihres Steinschuttes zersetzt werden, da bilden sich aus den letzteren theils erdige, im Wasser schlämmbare, aber unlösliche, theils salzartige und im Wasser lösliche Producte. Jene Felsschuttmassen nun, welche theils in der Form von Felsblöcken oder von eckigen oder abgerundeten Geröllen, theils von Sandkörnern und Steinpulver auftreten, bilden ebensowohl, wie die erdigen, schlämmbaren Substanzen, welche aus der chemischen Zersetzung von krystallinischen Mineralien entstehen, das Material, aus welchem die, in und auf der Erdrinde so weit verbreiteten und so mächtigen Trümmergesteine oder klastischen Felsarten (— vom griech. κλάω, zertrümmern —) gebildet werden.

Das Bildungsmaterial der klastischen Gesteine besteht demnach aus: §. 203.

1) roll- oder schiebbaren Felsresten, welche je nach der Größe ihrer Individuen unterschieden werden als:
Blöcke,
Gerölle,
Grus,
Kies,
Sand,
Pulver,
(Asche).

2) schlämmbaren Felsresten:
Thon,
Lehm,
Mergel,
Braneneisenerz.

3) lösbaren Mineralsubstanzen und zwar:

in reinem Wasser lösbaren:
Steinsalz,
Gyps,
Eis.

in Kohlensäure haltigem Wasser löslichen:
Kalkspath,
Dolomit,
Eisenspath,
Kieselsäure.

Von den aus diesen Bildungsmaterialien entstandenen und noch fortwährend entstehenden klastischen Gesteinen unterscheidet man nun:

a. nach der Art ihrer Zusammensetzung:

einfache,
welche nur aus erhärtetem Erdschlamme bestehen und nur mehr zufällig Gerölle oder Sand beigemischt zeigen:
Thonschiefer,
Schieferthon,
Thoneisenstein,
Mergel und Mergelschiefer,
Kalktuff z. Th.

zusammengesetzte,
welche aus großen und kleinen Felstrümmern bestehen, welche durch irgend ein Bindemittel mit einander verkittet sind.

b. nach der Größe ihrer verkitteten Trümmer:
α. Conglomerate (und Breccien), deren Trümmer mindestens die Größe einer Haselnuß haben,
β. Sandsteine, deren Trümmer höchstens die Größe einer Erbse besitzen;

c. nach der Art ihrer verkitteten Trümmer, so namentlich bei den Conglomeraten und Breccien:
α. einfache Conglomerate, welche nur Felstrümmer von einer und derselben Felsart enthalten: z. B. Porphyr-, Granit-, Quarz-Conglomerate;
β. gemengte Conglomerate, welche zugleich Trümmer von mehreren Felsarten enthalten. Herrscht unter diesen Trümmern eine an Menge in dem Gesteine vor, so benennt man das Trümmergestein nach dieser in seiner Masse vorherrschenden Trümmerart; herrscht aber keine der in der Felsart auftretenden Trümmerarten vor, so muß man das Conglomerat nach den vorzugsweise in seiner Masse auftretenden Trümmerarten — z. B. Granit-Gneißconglomerat — benennen.

d. nach der Art ihres Bindemittels:
α. ganz klastische Gesteine, wenn das Bindemittel erdiger Natur ist, sei es nun, daß

§. 203. 1) dieſes Bindemittel nur die mechaniſch zerkleinerte (und im Verwitterungszuſtande befindliche) Maſſe von den in ihr noch vorhandenen Felsartentrümmern iſt, wie man dieſes unter anderen an den verſchiedenen vulcaniſchen oder pyrogenen Tuffen bemerkt, deren Bindemittel in der That nichts anderes als die vulcaniſche, durch Waſſer zuſammengekittete und im Zeitverlaufe feſt gewordene, Aſche oder Zertrümmerungsmaſſe der in ihr noch vorhandenen Trümmer (Bomben, Lapilli) iſt.

Dieſe vulcaniſchen Tuffe benennt man daher auch nach den Felstrümmern, welche ſie enthalten, z. B. Baſalttuff, Trachyttuff.

2) oder daß dieſes Bindemittel der wirkliche unlösliche Zerſetzungsrückſtand einer gänzlich verwitterten Felsart iſt. In dieſem Falle beſteht es theils aus Kaolin oder Thon, theils aus Lehm, theils aus Eiſenoxydhydrat (Brauneiſenſtein), theils auch aus Mergel.

In der Regel werden die Sandſteine nach der Beſchaffenheit ihres Bindemittels in Kaolin-, Thon-, Mergel- und Eiſenſandſteine eingetheilt.

β. halbklaſtiſche Geſteine, wenn das Bindemittel aus einem kryſtalliniſchen Minerale beſteht und aus einer wäſſerigen Löſung ausgeſchieden worden iſt. Die durch ein ſolches Bindemittel entſtandenen Trümmergeſteine nennt man gewöhnlich eigentliche oder hydrogene Tuffe und unterſcheidet dann weiter unter ihnen zunächſt je nach der mineraliſchen Beſchaffenheit ihres Bindemittels Kalk-, Gyps-, Eiſenſpath-, Kieſeltuffe, ſowie dann aber nach der Größe der verkitteten Trümmer wieder Tuffconglomerate und Tuffſandſteine, z. B. Kieſeltuffconglomerat und Kieſeltuffſandſtein u. ſ. w.

c. nach ihrer Entſtehungsweiſe oder vielmehr nach den ihr Bildungsmaterial ſchaffenden Potenzen:

α. pyrogene oder vulcaniſche klaſtiſche Geſteine, deren Hauptbildungsmaſſe vorherrſchend aus den durch vulcaniſche Eruptionen entſtandenen Geſteinstrümmern (— Aſche, vulcaniſchen Sand, Lapillis und Bomben —), bisweilen aber auch aus einem zuſammengeſchmolzenen Gemenge von vulcaniſchem Schmelz und Geſteinstrümmern beſteht;

β. hydrogene klaſtiſche Geſteine, deren Bildungsmaſſen durch den Verwitterungsproceß entſtanden und dann durch Schlämmung, Rollung oder auch durch wirkliche Löſung unter dem Einfluſſe des Waſſers zuſammengemiſcht worden ſind.

§. 204. **Verbreitungsweiſen und allgemeine Ablagerungsgebiete der klaſtiſchen Geſteine.** — Unter allen den eben angegebenen klaſtiſchen Geſteinsarten ſpielen die einfachen die größte Rolle; denn, wenn auch die gemengten, ſo namentlich die Conglomerate und Sandſteine, ſehr häufig außerordentlich mächtige und weit ausgebreitete Ablagerungsmaſſen in und

auf der Erdrinde zusammensetzen, so sind sie doch alle erst aus der Verbindung von einfachen klastischen Gesteinen mit losem Felsschutte entstanden. Die einfachen klastischen Gesteine bilden ja in der Regel nicht nur den Kitt, durch welchen die Individuen des losen Felsschuttes zum Ganzen verbunden werden, sondern auch für sich allein schon bedeutende Ablagerungsmassen. Daher trifft man denn auch diese einfachen klastischen Gesteine so häufig im Verbande mit den zusammengesetzten und dann in der Weise, daß sie die Decke von den letzteren bilden. §. 204.

Wenn man Gerölle, feinen Sand und Thonschlamm zusammen in ein Gefäß schüttet, umrüttelt und dann ruhig stehen läßt, so sinken die Gerölle zuerst zu Boden und zwischen und über ihnen setzt sich der Sand ab, aber der Thonschlamm sintert nun so lange abwärts sowohl zwischen die Gerölle wie zwischen die Sandkörner, bis er alle Räume zwischen ihnen ausgefüllt und so die einzelnen Schutt-Individuen mit einander verkittet hat. Hierdurch entsteht also zuunterst eine Conglomerat- und darüber eine Sandsteinlage. Ist nun nach der vollständigen Verkittung der Gerölle und des Sandes noch Thonschlamm übrig, so bildet dieser zuoberst über der Sandsteinlage noch eine nur aus Schlamm bestehende und später zu einem einfachen klastischen Gesteine (— zu Schieferthon —) erhärtende Ablagerung, welche so lange an Mächtigkeit zunimmt, als noch Schlammtheile im Wasser vorhanden sind. Bei einer ungestörten Entwickelung der so entstehenden klastischen Gesteins-Ablagerung wird demnach das einfache klastische Gestein stets die oberste Lage der in einem und demselben Bildungszeitraume entstandenen Gesteine darstellen. Wenn nun aber trotzdem das einfache klastische Gestein in, vielleicht oft sich wiederholender, Wechsellagerung mit gemengten klastischen Gesteinen auftritt, so kann die vollständige Ablagerungsreihe dieser Gesteine als das Product von, in verschiedenen, nach einander folgenden Bildungszeiten entstandenen, Ablagerungszonen gelten, in deren jeder das einfache Gestein als die Schluß-Ablagerung einer einzelnen Bildungszeit gelten kann.

Die klastischen Felsarten haben im Allgemeinen ihre Ablagerungsgebiete entweder in der näheren Umgebung derjenigen krystallinischen Gesteine, aus deren Zerstörung sie entstanden sind, oder oft weit entfernt von ihren ehemaligen Mutterfelsarten in den Becken und Betten der Gewässer.

1) Die aus der Zertrümmerung vulcanischer Gesteine entstandenen pyrogenen Tuffe, Breccien, Conglomerate und Sandsteine lagern in der Regel in der nächsten Umgebung ihrer Bildungsstätte, bisweilen aber auch entfernt von derselben auf Landesgebieten oder im Bette des Meeres, wohin sie theils durch Luftströmungen, theils durch Wasser gefluthet worden sind. Befinden sie sich aber noch in der nächsten Umgebung ihrer Geburtsstätte, so bilden sie entweder für sich allein oder auch in Wechsellagerung mit ihren krystallinischen Muttergesteinen dom- oder glockenförmige Bergmassen oder eine mantelförmige Decke um ihr Muttergestein herum, so daß dieses letztere oft nur noch an der Gipfelregion der von ihnen gebildeten Bergmassen zu bemerken ist.

2) Die hydrogenen klastischen Gesteine dagegen besitzen ihr Hauptablagerungsgebiet stets da, wo ehedem oder auch noch jetzt die Fluthen des Wassers wirthschaften konnten. Im Bette des Oceans also ist ihre Hauptlagerstätte; in diesem häufen sie sich auf, um in Gemeinschaft mit Kalkstein-, Dolomit- und Gypsbildungen dasselbe in der Gegenwart noch ebenso auszufüllen, wie sie den größten Theil desselben schon seit den ältesten Erdrindebildungsperioden ausgefüllt haben. Indessen sind sie nicht in allen Gebieten desselben in gleichen Arten und Ablagerungsweisen vorhanden; am Strande und in den diesem zunächst gelegenen Meeresgebieten herrschen Conglomerate und grobe Sandsteine ohne regelmäßige Schichtabsonderungen, weiter hin der Tiefsee zu fehlen meistens die Conglomerate und es machen sich feinkörnige Sandsteine mit regelrechter Schichtung geltend, und in der eigentlichen, am entferntesten vom Lande gelegenen, Tiefsee zeigen sich die feinkörnigsten Sandsteine und reinsten Schieferthone in der regelrechtesten Schichtung und Uebereinanderlagerung.

Dabei ist noch zu bemerken, daß die Sandsteine gewöhnlich neben ihrem Gehalte von Quarzkörnern um so mehr Reste von Feldspath, Glimmer, Chlorit oder Hornblende enthalten, je älter die Formationen sind, denen sie angehören, oder mit anderen Worten: je näher sie den Gebieten derjenigen krystallinischen Felsarten, aus deren Zertrümmerung sie entstanden sind, lagern; dagegen um so mehr Quarzkörner und um so weniger zersetzbare Mineralreste enthalten, je weiter sie von Gebirgsmassen krystallinischer Felsarten entfernt liegen und je mehr ihre Ablagerungsorte und Organismenreste darthun, daß sie weit vom Lande im Gebiete des hohen Meeres entstanden sind.

§. 205. **Verwitterung der klastischen Gesteine.** — Blickt man auf die Entstehungsweise der klastischen Gesteine, so gelangt man zu der Ansicht, daß die bei weitem meisten derselben, wenn man von den vulcanischen Tuffen absieht, nichts weiter sind, als vom Wasser abgeschlämmter und durch Verkittung, Zusammenpressung und Austrocknung im Verlaufe der Zeiten wieder hart und fest gewordener Verwitterungsschutt der krystallinischen Gesteine; daß also demgemäß diese Gesteine ehedem ebenso, wie der noch gegenwärtig sich bildende Verwitterungsschutt, den Grund und Boden darstellten, auf welchem die Pflanzenwelt ihren Sitz hatte, — eine Ansicht, für welche zunächst der Reichthum an Verkohlungssubstanzen (Bitumen), sodann aber auch die Erfahrung spricht, daß gerade in den verschiedenen Ablagerungen der Schieferthone und Sandsteine — dieser Repräsentanten des ehemaligen schlammigen Thon- und Lehmbodens — die bei weitem meisten Ueberreste der präadamitischen Pflanzenwelt versteint, verkohlt oder abgedruckt gefunden werden.

Aber eben in Folge dieser, vielfach durch Beobachtung und Erfahrung hervorgerufenen, Ansicht, wird man nun zu dem Schlusse veranlaßt, daß wenigstens alle ganz klastischen Gesteine (die eigentlichen Conglomerate und Sandsteine) schon auf rein mechanischem Wege durch Einwirkung des Wassers und Frostes wieder in einen Erdschutt umgewandelt werden können, in welchen die früher eingebetteten Felstrümmer lose eingebettet liegen, wie in jedem eben erst entstandenen Verwitterungsboden. Im

Allgemeinen lehrt die Erfahrung über dieses Verhalten der ganz klastischen Gesteine Folgendes: §. 205.

1) Alle thonhaltigen ganz klastischen Gesteine werden zunächst durch das in ihren Schicht- und Austrocknungsspalten gefrierende Wasser in ein immer mehr zerfallendes Haufwerk von Schieferthonstückchen, Geröllen, Kies und Sand zertrümmert; sodann aber durch die fortwährende Einwirkung von Wasser in ein Gemenge von thoniger oder lehmiger Erdkrume und Geröllen, Grus und Sand umgewandelt. Bestehen nun die in ihrer Bodenmasse liegenden Felsartentrümmer aus Mineralarten, welche noch weiter verwittern können, so verhalten sich diese ganz auf dieselbe Weise, wie schon bei dem Verwitterungsprocesse der gemengten krystallinischen Felsarten angegeben worden ist. Besteht aber ein solches Gestein nur aus erhärtetem Schieferthon, dann wird seine ganze Masse durch das von ihm eingesogene und gefrierende Wasser in ein loses Gehäufe von eckigen und scharfkantigen Schiefer- und Blätterstückchen zertrümmert, welche im Verlaufe der Zeit immer kleiner und immer dünner werden, bis sie zuletzt in wahre Erdkrume zerfallen. — Am meisten tritt dieses Verhalten an den mit kohligen Substanzen oder mit Eisenoxyd und Glimmerblättchen reichlich versehenen Schieferthonen noch dazu, wenn ihre Schiefermassen eine solche Stellung haben, daß Wasser in ihre Schiefer- und Schichtspalten eindringen kann, hervor. Sind in diesem Falle ihre Schieferlagen stark aufgerichtet, dann bemerkt man auch noch die Erscheinung, daß Regenwasser fortwährend die zwischen den einzelnen Schieferstückchen entstehende Erdkrume ausschlämmt und sie am Fuße der Schieferabhänge absetzt, so daß das Schiefergehänge selbst stets krumenlos erscheint.

2) Anders gestaltet sich aber die Verwitterung der Trümmergesteine, wenn sie ein mergeliges Bindemittel besitzen. In diesem Falle nemlich wird die Verwitterung hauptsächlich durch den Einfluß des Kohlensäure führenden Meteorwassers oder auch der Verwesungssäuren von den auf diesen Gesteinen in großer Menge wachsenden Flechten auf den Kalkgehalt des Bindemittels eingeleitet. Indem aber durch diese Agentien nach und nach der ganze kohlensaure Kalk des Bindemittels ausgelaugt wird, reicht die nun noch übrige Thonmasse, welche ohnedies durch das eingedrungene Meteorwasser schon durchweicht worden ist, nicht mehr aus, die in ihr eingebetteten Trümmer fest zusammen zu halten. Die Conglomerate und Sandsteine mit mergeligem Bindemittel zerfallen in dieser Weise bald in einen Schutt von mergelig-thoniger Krume und Geröllen oder Sand; ja diese Zertrümmerung tritt bei ihnen verhältnißmäßig noch schneller ein, als bei den Trümmergesteinen mit thonigem Bindemittel, weil auf ihr Bindemittel zu gleicher Zeit das Wasser mechanisch und die Kohlensäure chemisch einwirkt. Die Trümmergesteine mit mergeligem Bindemittel können aber auch noch auf andere Weisen in Schutt umgewandelt werden.

§. 205.

a. Enthalten sie nemlich in ihrem Bindemittel oder auch in ihren Felstrümmern Eisenkiese, so wird durch die bei der Oxydation dieser Kiese freiwerdende, Schwefelsäure der Kalkgehalt derselben in Gyps umgewandelt, durch dessen Auslaugung ebenfalls die Festigkeit des Bindemittels zerstört und die Umwandlung des Ganzen in erdigen Schutt herbeigeführt wird.

b. Stehen endlich mergelige Trümmergesteine mit stickstoffhaltigen Organismenresten in Berührung, wie dies stets der Fall ist, wenn sich erst eine Vegetationsdecke auf ihrer Oberfläche gebildet hat, dann bildet sich aus ihrem Kalkgehalte salpetersaure Kalkerde, welche ausgelaugt wird und so ein Mürbewerden und Zerbröckeln der Trümmergesteinsmasse herbeiführt.

Aehnlich wie mit den mergeligen Trümmergesteinen verhält es sich mit den thonigen Trümmergesteinen, welche Mergelgerölle, Kalkgerölle oder Kalksand enthalten. Nur geht bei diesen die Zerstörung nicht von dem Bindemittel, sondern von den in diesem eingekitteten Kalktrümmern aus. Bei dieser Art von Trümmergesteinen kommt es auch vor, daß die von dem kohlensauren Wasser angeätzten Mergeltrümmer zum Theil noch vorhanden sind, so daß ihre noch übrige, meist aus Thon bestehende Masse Schalen um hohle Räume — sogenannte hohle Gerölle bildet.

3) Bei Trümmergesteinen, welche ein kohlenstoffreiches Bindemittel besitzen, wird eine Lockerung und Zerkrümelung ihrer Hauptmasse dadurch herbeigeführt, daß der Kohlenstoffgehalt der letzteren durch Zutritt von Sauerstoff allmählich in Kohlensäure umgewandelt wird, welche nun entweder entweicht oder beim Vorhandensein von kohlensaurem Kalk im Bindemittel diesen doppeltkohlensauer und dadurch im Wasser löslich und auslaugbar macht. Ein Verbleichen des an sich dunkelgefärbten Bindemittels und ein Porös- und Mürbewerden dieses letzteren, auch ein Ausblühen von pulverigem kohlensaurem Kalk auf der Oberfläche dieser bituminösen Trümmergesteine sind daher immer Abzeichen ihrer Zersetzung durch die Ausscheidung ihrer kohligen Beimischungen.

4) Endlich sei hier noch kürzlich der Trümmergesteine mit einem ockergelben, an Eisenoxydhydratbeimengung reichen Bindemittel gedacht. Kommen nemlich diese bei Abschluß von Luft mit fauligen Organismenresten in Berührung, so werden sie, (wie schon im §. 148 bei der Beschreibung der Raseneisenerze erwähnt worden ist), durch diese letzteren allmählich ihres Eisengehaltes beraubt und dadurch so mürbe, daß sie zerfallen.

Wenn nun auch die ganz klastischen Gesteine als steingewordene Verwitterungskrume oder als erhärteter Schlamm anzusehen sind, so ist dies doch nicht der Fall mit den eigentlichen Tuffen. Unter diesen sind, wie oben angegeben, die genannten Tuffarten dadurch entstanden, daß die wässerige Lösung irgend eines einfachen Minerales Gehäufe von losem Gerölle oder Sand durchzieht und dabei seine Lösungssubstanz an den einzelnen Steintrümmern so lange absetzt, bis alle Zwischenräume zwischen

diesen letzteren ausgefüllt und sie selbst unter einander zum festen Ganzen verkittet sind; die vulcanischen Tuffe aber sind nichts weiter, als durch vulcanische Dämpfe zu Pulver zerstampfte krystallinische Felsarten (Asche von Porphyren, Basalten, Phonolithen, Trachyten ꝛc.), deren Pulvermassen durch Wasser, theilweise Auswitterung und Zusammenpressung wieder zum Ganzen verdichtet sind und meist größere und kleinere Knollen und Körner von denselben Gesteinen, aus deren Zertrümmerung sie hervorgegangen, in ihrer Masse eingebettet enthalten. §. 205.

Rechnet man von diesen ebengenannten beiden Gruppen der Trümmergesteine die ohnedies seltenen Conglomerat- und Sandsteintuffe mit dem schon in reinem Wasser löslichen Bindemittel von Steinsalz und Gyps oder mit dem unter den gewöhnlichen Verhältnissen ganz unlöslichen Bindemittel von erstarrter amorpher Kieselsäure ab, so ist der Verwitterungsproceß dieser Tuffe, wie bei den krystallinischen Felsarten, ein vorherrschend chemischer, indem zu ihrer Umwandelung in Gebirgsschutt der Einfluß von kohlensaurem Wasser gehört.

a. Bei den Tuffen mit calcitischem oder dolomitischem Bindemittel wird das letztere durch kohlensaures Wasser einfach gelöst und ausgelaugt, so daß nur noch ein loses Gehäufe von Geröllen oder Sand übrig bleibt, welches, wenn es aus noch weiter zersetzbaren Mineralarten besteht, ebenfalls im Verlaufe der Zeit durch kohlensaures Wasser noch zersetzt oder gelöst wird.

b. Bei den vulcanischen Tuffen dagegen geht die Verwitterung in ganz ähnlicher Weise vor sich, wie an den krystallinischen Felsarten, aus deren Zerstampfung sie entstanden sind, aber in kürzerer Zeit und in stärkerem Maße, einerseits weil sie aus zerkleinten und darum leichter angreifbaren Mineralstückchen bestehen, und andererseits, weil sie schon ganz vom Wasser durchdrungen und hydratisirt sind und häufig auch durch dasselbe, zumal wenn es Meerwasser ist, Stoffe erhalten haben, welche ätzend und zersetzend auf ihre Bestandtheile einwirken. Die aus ihnen gebildete Erdkrume ist daher auch im Allgemeinen der Verwitterungskrume ihrer Muttergesteine (so der Basalte, Phonolithe und Trachyte) sehr ähnlich, aber reicher an wahrer Erdkrume, an kohlensaurem Kalk und an Natronsalzen. Sehr bezeichnend für diese Tuffe ist, daß sie während ihres Verwitterungszustandes auf ihren Klüften und Blasenräumen eine Menge von zeolithischen und thonartigen Mineralien, wie Steinmark, Bergseife, Neolith, sowie von Calcit, Aragonit, Apatit u. s. w. absetzen.

Außer den ebengenannten, durch Auslaugungsproducte der verwitternden Gesteinsmasse erzeugten, Mineralien in den vulcanischen Tuffen sind die ganz klastischen Gesteine um so ärmer an secundären Mineralbildungen, je weniger sie zersetzbare Gesteinstrümmer enthalten. Drusen und Adern von krystallinischem Calcit und Aragonit, von Bergkrystall und gemeinem Quarz, von Eisenspath und schuppigem Eisenglanz oder Rotheisenerz sind noch die am meisten auf den Lücken, Rissen und Spalten der ganz klastischen Gesteine, namentlich der gemengten Conglomerate, vorkommenden Auslaugungsproducte.

1. Ordnung: Pyrogene klastische Gesteine.

§. 206. **Bestand, Gruppirung und Bildungsweise derselben.** — Wie schon im I. Abschnitte bei der Beschreibung der Vulcane (§. 83) mitgetheilt worden ist, so werden durch Zerstampfung der den Krater ausfüllenden und verstopfenden Eruptionsmassen gewaltige Mengen von großen und kleinen Gesteinstrümmern erzeugt, welche dann durch die Gewalt der entweichenden vulcanischen Dämpfe in die Höhe geschleudert und endlich theils in der nächsten Umgebung des sie auswerfenden Kraters wieder abgesetzt werden, so daß sie um denselben herum einen, bei jeder nachfolgenden Eruption höher und umfangreicher werdenden, Kegelberg bilden, theils durch die Strömungen der atmosphärischen Luft fortgeführt und oft weit entfernt von ihrer Bildungsstätte, sei es auf das Gebiet der Festländer, sei es in das Bett des Oceans, geschüttet werden. Alle diese vulcanischen Trümmermassen nun, welche theils in der Form von größeren und kleineren Felstrümmern, — als Blöcke, Schlackenkuchen, Bomben, Lapilli (hasel- bis wallnußgroße, abgerundete Trümmer) oder Lavasand (hirse- bis erbsengroße Körner), — theils in der Gestalt von pulverigen oder staubigen Massen (— Asche genannt —) auftreten, bilden das Erzeugungsmaterial der pyrogenen klastischen Gesteine.

Von den so gebildeten Trümmermassen nun ist jedes einzelne Individuum, selbst jedes Aschenstäubchen, noch ein Stückchen von einer krystallinischen Felsart, ja der Vulcanensand besteht sogar häufig aus mehr oder minder ausgebildeten Krystallen verschiedener Mineralien, so namentlich von Leucit, Sanidin, Augit, Melanit, Glimmer, Magneteisenerz u. s. w. — Ihrem Bildungsmateriale nach schließt sich also diese Gruppe den krystallinischen Felsarten an; allein im Verlaufe der Zeit wird dieses Material mannichfach umgewandelt. Ganz besonders gilt dieses von den fein zertheilten, pulverigen oder staubigen Massetheilchen desselben. Schon durch die wohl bei keiner vulcanischen Eruption fehlenden Regengüsse oder auch durch die Wasserfluthen, in welche dasselbe geschleudert wird, entsteht aus ihm eine Schlammmasse, welche mit der Zeit fest wird und die in ihm vorhandenen größeren Gesteinstrümmer mehr oder minder fest zusammenkittet. Zugleich aber wird auch dieses Material, wenn es in der nächsten Umgebung thätiger Vulcanenkrater sich ansammelt, von den mit dampfförmigen Mineralstoffen beladenen, vulcanischen Wasserdämpfen und anderen Fumarolen oder, wenn es in dem Meeresbecken lagert, von den Salz- und Fäulnißstoffen des Meerwassers durchdrungen und auf die mannichfachste Weise umgewandelt, und außerdem von den unaufhörlich auf seine Masse einwirkenden Atmosphärenstoffen angeätzt, so daß es im Verlaufe der Zeit immer mehr von seiner ursprünglichen Natur verliert und oft ganz zu einer wahren klastischen, mergeligen oder thonigen Masse umgewandelt wird, an welcher man nur noch theilweise das ehemalige Bildungsmaterial erkennt. Alles dieses geschieht an den vulcanischen Auswurfsmassen noch gegenwärtig und geschah auch in allen früheren Zeiträumen, so daß man annehmen darf, daß die, zu den vulcanischen Tuffen gehörigen,

klaſtiſchen Geſteine in ihrer Grundmaſſe um ſo umgewandelter und um ſo klaſtiſcher erſcheinen, je älter ſie ſind. §. 206.

Nach allem eben Mitgetheilten beſtehen demnach die pyrogenen klaſtiſchen Geſteine ihrer Hauptmaſſe nach theils aus zuſammengekittetem, — aber meiſt ſchon durch Zerſetzung mehr oder weniger umgewandeltem, — bald feſtem oder mürbem Vulcanenſchutte (Aſche) oder Vulcanenſchlamme, theils aus der zerriebenen, durch den Verwitterungsproceß mehr oder weniger erdig gewordenen und durch Waſſer geſchlämmten, Maſſe eines älteren kryſtalliniſchen Eruptionsgeſteines. In ihrer Maſſe liegen häufig auch noch größere oder kleinere Brocken und Körner von denſelben Felsarten, aus deren Zerkleinerung die Hauptmaſſe ſelbſt entſtanden iſt, und welche errathen laſſen, aus welchem Materiale ehedem dieſe Hauptmaſſe beſtanden hat. Nach dieſem ihren Beſtande nun zerfallen alle hierher gehörigen pyrogenen klaſtiſchen Geſteine in folgende zwei Gruppen:

1) Neopyrogene klaſtiſche Geſteine, deren Hauptmaſſe aus zermalmtem, halb zerſetztem, feſtem oder mürbem und weichem, aus Lava-, Trachyt-, Bimsſtein-, Phonolith- oder Baſaltſchutt (Aſche) beſtehenden Vulcanenſchlamm zuſammengeſetzt iſt und häufig neben Felstrümmern der, auch die Hauptmaſſe bildenden, Geſteine zahlreiche Kryſtalle, namentlich von Sanidin, Anorthit, Nephelin, Leucit, Zeolithen, Augit, Hornblende, Glimmer, Melanit, Olivin, Magneteiſenerz u. ſ. w., umſchließt.

2) Paläopyrogene klaſtiſche Geſteine, deren Hauptmaſſe aus fein zermalmten, meiſtens zum Theil in thonige Subſtanzen umgewandelten, und dann erdig und mürbe erſcheinenden; oft aber auch aus feſt und innig zuſammengepreßten, noch unzerſetzten und dann hart und dicht erſcheinenden Felſit-, Melaphyr- oder Diabasſtaubtheilen beſteht und häufig große und kleine, eckige und abgerundete, Trümmer von den, auch die Grundmaſſe bildenden, Felsarten, aber keine oder ſelten friſche Kryſtalle von Mineralien umſchließt.

Jede von dieſen beiden Gruppen umfaßt zwei Sippen, nemlich:

1) Pyrogene Tuffe, welche nur aus einer — ſcheinbar einfachen — Grundmaſſe beſtehen und keine oder nur ſehr wenige größere Felstrümmer einſchließen;

2) pyrogene Conglutinate, deren Grundmaſſe aus einem Tuffe beſteht, welcher zahlreiche größere oder kleinere Trümmer von denſelben Geſteinsarten, aus denen auch der ſie enthaltende Tuff gebildet wird, umſchließt. Je nach der Größe dieſer Trümmer zerfallen nun die hierher gehörigen Geſteine in Breccien mit eckigen und in Conglomerate mit abgerundeten, wenigſtens haſelnußgroßen, Trümmern, ſowie in Sandſteine mit höchſtens erbſengroßen Geſteinskörnern.

Da jeder der pyrogenen Tuffe bald als einfaches, bald als gemengtes Geſtein, ſei es als Breccie, Conglomerat oder Sandſtein, auftreten kann, ſo wird in der folgenden Beſchreibung bei jedem einzelnen Tuffe zugleich auch das von ihm gebildete Conglutinat als ihm zuſtehende Abart aufgeführt.

1. Gruppe: Neophyrogene Tuffe und Conglutinate.

§. 207. **52. Trachyttuff nebſt Trachytconglomerat und Trachytſandſtein.**

1) Beſtand: Eine bald feſte und dichte, bald lockere und erdige, bald auch körnige und ſandſteinähnliche, vorherrſchend weißliche oder lichtgraue, öfters auch lichtgelbe oder braunrothe, aus feinpulverigem bis faſt erdigem Trachytſchutte beſtehende Maſſe, welche häufig gröbere und kleine Brocken und Körner von halb zerſetztem Trachyt, aber auch Kryſtalle von Sanidin, Hornblende, Glimmer und Magneteiſenerz, ſowie Adern, Neſter und Trümmer von gemeinem und edlem Opal (z. B. bei Czerwenitza und Kaſchau in Ungarn) umſchließt.

2) Abarten: Trachytconglomerat (Nr. 52 b): In einer mürben oder erdigen Trachyttuffmaſſe liegen größere oder kleinere, häufig halb zerſetzte, Brocken von Trachyt, aber auch von Baſalt, Thonſchiefer, Grauwacke und anderen Geſteinen (— z. B. im Siebengebirge im Thale zwiſchen Königswinter und der Wolkenburg —).

3) Ablagerungsgebiete: Der Trachyttuff bildet gewöhnlich die mantelförmige Decke der Trachytſtöcke; oft aber wechſellagert er auch mit wahren Trachytmaſſen, ſo am Cantal im Thale der Jordane und am Mont Dôre, auch am Siebengebirge. Am Fuße des letztgenannten Gebirges liegen nach v. Dechen trachytiſche Tuff- und Conglomeratſchichten über den tiefſten Sandſtein- und Thonſchichten der Braunkohlenformation und werden bedeckt von den eigentlichen kohlenführenden Schichten dieſer Formation.

Hauptlagerorte ſind: in Deutſchland das Siebengebirge im Thale zwiſchen Petersberg, Wolkenburg und Drachenfels; — in Frankreich der Cantal und Mont Dôre; — in Italien die Euganeen; — in Ungarn die Gegend von Schemnitz, Kochnitz, Kremnitz, Tokay, Czerweniza u. ſ. w.

§. 208. **53. Bimsſteintuff und Traß.**

(Duckſtein; Tuffſtein; Dielſtein, wenn er Felstrümmer einſchließt; Leberſtein; Pauſilipptuff; Puzzolan; Tosca u. ſ. w.).

1) Beſtand: Graulichweiße, gelbliche oder grauliche, theils dichte und feſte, theils mürbe, poröſe oder erdige, nicht ſelten wie Kreide oder Mergelthon ausſehende, aber ſich rauh anfühlende, Maſſe, welche aus zermalmtem und geſchlämmtem Bimsſtein beſteht und häufig Gerölle von Bimsſtein und Trachyt oder auch von Baſalt und Thonſchiefer, außerdem nicht ſelten Kryſtalle von Sanidin, Magneteiſenerz, Hornblende, Augit, Hauyn, Noſean, Granat und Glimmer, ſowie Reſte von Baumſtämmen umſchließt.

Beim Schlämmen der Maſſe erhält man fein zertheilten weißen Thonſchlamm und einen Rückſtand von ſehr hart und rauh, faſt wie Glaspulver, anzufühlenden Bimsſteinſplitterchen, welche vor dem Löthrohre zu feinſchaumigem, graubraunem Schmelze zerfließen und ein ausgezeichnetes

Putzpulver für Metallgeſchirre geben. Der vom Laacher See an ſeinen Ufern abgeſetzte Schutt iſt ſolch reine Traßmaſſe. — Nach Illgner beſteht dieſer Traß aus 49,01 in Salzſäure zerſetzbaren und aus 42,98 unzerſetzbaren Theilen; im Ganzen aus 48,94 Kieſelſäure, 18,93 Thonerde, 12,34 Eiſenoxyd, 5,41 Kalkerde, 2,42 Magneſia, 3,56 Natron, 0,37 Kali und 7,65 Proc. Waſſer.

2) Abarten: 1) Eigentlicher Traß: Ein vom Waſſer vollſtändig zerriebener und geſchlämmter Bimsſteintuff, welcher oft geſchwärzte Pflanzenreſte umſchließt und ganz das Gepräge von Schlammmaſſen trägt, welche Waſſerſtröme in den Buchtenthälern an den Seiten ihres Strombettes abſetzen; ſo namentlich im Brohl- und Nettethal am linken Rheinufer bei Andernach. Er kommt auch bei Schemnitz in Ungarn, in der Auvergne, bei Neapel, wo man ihn Pauſilipptuff oder Puzzolan nennt, auf Teneriffa u. ſ. w. vor.

2) Bimsſteinconglomerat (Nr. 53a): Bimsſtein-, Trachyt-, Baſalt-, Grauwacke- oder Thonſchieferbrocken ſind durch ein traßartiges, erdiges, oft ſtark in Zerſetzung begriffenes, Bindemittel verkittet (z. B. im Becken von Neuwied bei Engers, Bendorf u. a. O.).

3) Hauptlagerorte: In der nächſten Umgebung jüngerer, namentlich trachytiſcher und perlitiſcher Umgebung und daſelbſt theils die Decke der Vulcanenſchmelze, theils mehr oder minder mächtige Ablagerungsmaſſen auf anderen geſchichteten Geſteinsablagerungen (z. B. am Rhein auf Grauwacke) bildend und bisweilen bedeutende Bergreihen (z. B. bei Neapel) zuſammenſetzend. Im Brohl- und Nettethal bildet er ſtromähnliche Ablagerungen von 20 bis 50 Fuß Mächtigkeit.

Der Hauptverbreitungsbezirk iſt in Deutſchland die Umgebung des Laacher Sees bei Andernach und am Rhein die Umgegend von Neuwied; in Ungarn in der Gegend von Schemnitz, von Neuſohl, Tokay u. ſ. w.; in Italien die Umgegend Neapels (in den phlegräiſchen Feldern, am Veſuv, auf Iſchia).

54. Alaunfels. (Alunitfels; Pietra della Tolfa). §. 209.

1) Beſtand: Dichte bis feinkörnige, bald harte und feſte, bald auch weiche und erdige, weiße, gelbliche oder auch röthliche, Maſſe, welche ſich bald wie zermalmter Trachyt-, bald wie Bimsſteintuff verhält und theils von Körnern und Kryſtallen, theils von Schnüren und Trümmern von Alunit durchzogen iſt; außerdem aber auch oft Knollen und Kryſtalle von Eiſenkies enthält.

Die Menge des, — in Rhomboëdern kryſtalliſirenden, aus 38,5 Schwefelſäure, 37,2 Thonerde, 11,3 Kali und 13 Waſſer beſtehenden und wahrſcheinlich unter dem Einfluſſe von vitriolescirendem Eiſenkies oder auch von ſchwefeligſauren Dämpfen auf die trachytiſche Maſſe ſeines Muttergeſteines entſtandenen — Alunites iſt ſehr wechſelnd. — Bemerkenswerth iſt der große Gehalt von (bis 28,40 Proc. betragender) Kieſelſäure gerade in der an Alunit reichſten Geſteinsmaſſe, welche jedenfalls bei der Zerſetzung der Felsart durch Schwefelſäure frei wird und Veranlaſſung zur Bildung von Opal- und Chalcedonadern giebt.

3) Lagerorte: Der Alaunfels kommt gewöhnlich in der nächsten Umgebung von Bimsstein- und Trachytconglomeraten vor und bildet Gänge und Stöcke in der Masse dieser Felsarten, so namentlich:

bei Gleichenberg in Steyermark; bei Tokay, Mussaj und Bereghszaiz in Ungarn; bei Piombino in Toskana und bei Tolfa unweit Civita-Vecchia in Italien; auf der Insel Milo u. s. w.

§. 210. 55. Phonolithtuff. (Leberfels)

1) Bestand: Weiße, graue oder auch gelbliche, mürbe bis erdige, aus zermalmtem, geschlämmtem und zum Theil verwittertem und darum meist mit Säuren etwas aufbrausendem, Phonolith bestehende, Masse, welche häufig verwitterte Phonolithtrümmer (— als Phonolithconglomerat —), aber auch Krystalle von Sanidin, Glimmer, Hornblende, Augit, Titanit, Magneteisenerz umschließt.

In Salzsäure löst sich der Phonolithtuff unter Abscheidung von Kieselgallerte und meist unter Aufbrausen theilweise auf.

2) Eine Abart ist das schon genannte Phonolithconglomerat.

3) Lagerorte: Am Fuße von Phonolithbergen mehr oder minder bedeutende Ablagerungen bildend, so

auf der Rhön in dem Thale zwischen der phonolithischen Milseburg, dem Schafstein, der Teufelswand und der Abtsroder Kuppe; bei Teplitz; im Hegau; am Mont Mezenc in der Auvergne.

§. 211. 56. Basalttuff.

1) Bestand: Feinkörnige, dichte oder erdige, unrein schwarzbraune oder schwärzliche, bisweilen auch weiß, ockergelb oder rothbraun gefleckte, aus zerkleintem, meist stark zersetztem Basalt bestehende, Masse, welche gewöhnlich mit Säuren braust, sich mergelig-thonig verhält und häufig Körner und Brocken von Basalt, sowie mehr oder minder zahlreiche Krystalle und krystallische Adern und Nester von Olivin, Augit, basaltischer Hornblende, Glimmer, Magneteisenerz, Chabasit und anderen Zeolithen, Aragonit, Calcit, Neolith u. s. w. umschließt.

1) In dieser Masse entwickeln sich noch fortwährend Bergseife oder Steinmark, Mehlzeolith, Neolith, Calcit, Aragonit, Grünerde, wie man z. B. an der basaltischen Stopfelskuppe bei Eisenach beobachten kann.

2) Der erdige Basalttuff ist ein vortreffliches Düngmittel für sandreiche Bodenarten.

2) Abart von ihm ist das Basaltconglomerat (Nr. 56a), ein mit Basalt- und Dolerittrümmern reichlich untermengter Basalttuff.

3) Ablagerungsorte: Der häufig deutlich geschichtete Basalttuff fehlt fast in keinem Basaltgebiete. Am häufigsten bildet er Decken über dem Basalt, oft aber auch Zwischenlager zwischen einzelnen Basaltströmen; ja im Egerthale zwischen Karlsbad und Klösterle wird er von Basaltgängen durchsetzt. Außerdem aber steht er (z. B. am Fuße des Siebengebirges und bei Laubach am Vogelsberge) in Wechsellagerung mit Braunkohlenflötzen oder anderen Braunkohlengebilden (so bei Jauer in Schlesien, bei

Kaltennordheim an der Rhön, bei Cassel am Habichtswalde). (Im Uebrigen vergleiche Nr. 38 den Basalt).

57. Leucittuff und Peperin. §. 212.

1) Bestand: Feinerdige, dunkelgelblichgraue Masse, welche zahlreiche weiße, durch Verwitterung abgerundete Leucite und außerdem Krystalle von Nosean, Augit, Sanidin und Glimmer, sowie Trümmer von Leucitophyr, Noseanphonolith und Thonschiefer umschließt.

2) Verwandt ist: Der Peperin: Eine feinerdige, zerreibliche, graubraune oder gelblichgraue, Masse, welche so zahlreiche, frische Krystalle und krystallinische Gruppen von Leucit, Augit, Magneteisenerz, Glimmer, Rubellan u. s. w. umschließt, daß sie oft einem krystallinischen Gesteine ähnlich sieht. Außerdem aber enthält sie auch Gerölle von Basalt und Leucitophyr.

3) Ablagerungsorte: Der Leucittuff kommt namentlich in der Umgebung des Laacher Sees; der Peperin aber vorzüglich im Albaner Gebirge in Italien vor.

58. Palagonittuff. §. 213.

(Von seinem Vorkommen bei Palagonia in Sicilien).

1) Bestand: Graubrauner, geschichteter Basalttuff, welcher zahlreiche Körnchen, Knöllchen und Bröckchen von honiggelbem bis braunem, Kolophonium ähnlichem, Palagonit umschließt, außerdem aber auch Krystalle von Olivin und Augit, sowie Knollen von Basalt enthält.

Der in Körnern und Knollen auftretende, honiggelbe Palagonit hat eine Härte = 4—5; ein spec. Gew. = 2,4—2,6; schmilzt leicht vor dem Löthrohre zur magnetischen Perle; zersetzt sich leicht in Salzsäure unter Gallertbildung und besteht im Allgemeinen aus 39,52 Kieselsäure, 12,31 Thonerde, 16,26 Eisenoxyd, 6,54 Magnesia, 7,76 Kalkerde, 1,59 Natron-Kali und 16,91 Wasser. Unter dem Mikroskope erscheint die Palagonitmasse als ein gelbes oder gelbrothes, durchscheinendes Glas mit Leisten von Plagioklas, Augit und Olivin.

2) Ablagerungsorte: In mächtiger Entwickelung zeigt sich der Palagonittuff auf Island; außerdem auch in Sicilien am Val di Noto; bei Le Puy; auf den canarischen Inseln; in Deutschland in der Eifel, am Vogelsgebirge, am Beselicher Kopf bei Limburg; endlich auch auf Java und Neu-Seeland.

2. Gruppe: Palaeopyrogene Tuffe und Conglutinate.

59. Felsit- oder Porphyrtuff (Thonstein) und Porphyrbreccie. §. 214.

1) Bestand: Feinsandigkörnige, dichte bis erdige, im Bruche theils sandig, theils erdig erscheinende, ockergelbe, grauweiße, graubräunliche, bisweilen auch grüne oder rothbraune, theils einfarbige, theils bunt gefleckte, geaderte oder gebänderte, Masse, welche entweder unter der Loupe als ein sandsteinartiges Aggregat von zermalmten und geschlämmten Felsit- oder Porphyrpulverkörnchen erscheint, auch

Quarzkörner, Feldſpathſtückchen und Glimmerſchuppen enthält und im feingepulverten Zuſtande mit Waſſer keinen Schlamm giebt, — oder ſich wie Thon verhält, beim Anhauchen thonig riecht, beim Befeuchten gleich wieder trocken wird und im feingepulverten Zuſtande ſich zum Theil wenigſtens ſchlämmen läßt.

In ſeiner chemiſchen Zuſammenſetzung nähert er ſich dem Felſit, indem er durchſchnittlich 77,00 Kieſelſäure, 12,60 Thonerde, 2,60 Eiſenoxyd, 4—5,00 Kali, 1,00 Natron und Spuren von Kalk, Magneſia und Waſſer enthält.

Sowohl der felſitiſch ſandkörnige wie der thonartige Felſittuff umſchließt nicht ſelten Kryſtalle von Quarz, Feldſpath und kleine Knollen von grünem Pinitoid, wodurch er porphyrähnlich wird, oder Trümmer von Felſitporphyr und auch wohl von Melaphyr oder Granit, wodurch er in Porphyrbreccie übergeht. Außerdem enthält er auch verkieſelte Stammreſte von Araucarien und anderen Bäumen.

2) Abarten von ihm ſind: die Porphyrbreccie, welche in einer meiſt braunen Tuffmaſſe größere und kleinere, meiſt ſcharfkantige, Trümmer von Felſitporphyr oder Porphyrit enthält (z. B. ſchön in der Umgebung des porphyriſchen Meiſenſteines zwiſchen Ruhla und Winterſtein am Thüringer Walde), und der Porphyrſandſtein, ein Porphyrtuff voll kleiner Porphyr- und Quarzkörner (z. B. am Kyffhäuſer).

3) Ablagerungsorte: Der Porphyrtuff, welcher nicht ſelten ſehr deutlich und dünngeſchichtet iſt, bildet theils die Decke oder den Mantel von Porphyrbergen, theils die unteren Ablagerungen in dem älteren, mit Steinkohlengebilden verſehenen, Rothliegenden. Im letzten Falle ſieht er dann gewöhnlich im Verband mit grobem rothem Sandſtein, Schieferthon und thonigem Porphyrconglomerat, ſowie mit ſchwarzgrauen Kohlenſchiefern.

Bemerkenswerthe Ablagerungsorte ſind der Kyffhäuſer in der güldenen Aue; Chemnitz und Döhlen in Sachſen; Rednitz in Böhmen; eherne Kammer bei Ruhla und Dambach im Thüringer Walde.

§. 215. 60. Melaphyrtuff und Melaphyrbreccie.

1) Beſtand: Ein bald feſter, bald mürber, grau- oder grünlichbraunſchwarzer, meiſt poröſer, bisweilen auch ſchwammiger, mit Säuren brauſender, Melaphyrſchlamm, welcher meiſt zahlreiche Brocken und Körner von dichtem oder amygdaloïdiſchem Melaphyr, Porphyr und auch von Granit umſchließt.

2) Ablagerungsorte: In der nächſten Umgebung von Melaphyrgebieten, z. B.

am Thüringer Walde bei Friedrichsrode und in der Pfalz bei Wieſelbach und Weierbach, wo die Breccie auf Mandelſtein lagert und von dichtem Melaphyr überlagert wird.

§. 216. 61. Diabastuff oder Grünſteintuff nebſt Diabasbreccie und Schalſtein.

1) Beſtand: Der Diabastuff bildet eine dichte, feinkörnige oder auch erdige, unrein grau- bis dunkelgrüne, bisweilen auch grünlichbraune,

Maſſe, welche aus feinkörnigem, ſand- oder ſtaubartigem, — mit von Kalkcarbonat durchzogenem und dann mit Säuren brauſendem — Diabasſchutte beſteht.

1) Häufig iſt der Diabasſchutt theilweiſe in Thon umgewandelt; dann erſcheint der Diabastuff ſchiefrig, den grünen Schiefern ſehr ähnlich und geht auch in Thonſchiefer übrig.

2) Oft aber liegen auch in der Maſſe des Diabastuffes zahlreiche kleine Diabaskörner, wodurch derſelbe zu Diabasſandſtein wird, oder größere Brocken von Diabas, wodurch der Tuff zur Diabasbreccie oder zum Diabasconglomerat wird.

3) In Südtyrol kommen nach Tſchermak auch Augitporphyrtuffe vor, welche Uebergänge in Augitporphyr wahrnehmen laſſen, und von Tſchermak Eruptivtuffe genannt worden ſind.

2) Ein Verwandter des Diabastuffes iſt:

61a. Der Schalſtein.

Ein ſchiefriger, von Kalkcarbonat durchdrungener und mit kalkigem Thonſchlamm untermengter, Diabastuff, deſſen braune, graue, gelblichgrüne, oft bunt gefleckte, Maſſe Bruchſtücke von Thonſchiefer, Körner, Kugeln oder Lagen von Kalkſpath (— Kalkſchalſtein oder Mandelſchalſtein —) oder Kryſtalle von Plagioklas (— Schalſteinporphyr —) oder netzförmig vertheilte Kalkſpathadern (— Schalſteinbreccie —) umſchließt und nicht ſelten auch devoniſche Verſteinerungen enthält.

Nach Credner beſteht die Grundmaſſe dieſes Tuffes aus: 34,10 Kieſelſäure, 13,10 Thonerde, 5,80 Eiſenoxyd, 2,40 Eiſenoxydul, 1,60 Magneſia, 2,40 Kalkerde, 2,8 Natron, 33 — 34,0 Kalk-, Magneſia-, Eiſenoxydul- und Manganoxydulcarbonat und 3,10 Waſſer. Das ſp. Gew. = 2,6 — 2,8.

3) Ablagerungsgebiet. Der Diabastuff und Schalſtein ſind Vermittelungsglieder zwiſchen den Diabaſiten und den ſiluriſchen und devoniſchen Thonſchiefern und finden ſich demgemäß im Gebiete der Grauwacke-Thonſchieferformation theils in der nächſten Umgebung der Diabaſite, theils auch in Wechſellagerung namentlich mit den devoniſchen Thonſchiefern und ſchiefrigen Grauwacken.

Der Diabastuff zeigt ſich in dieſer Weiſe namentlich im ſächſiſchen Voigtlande, in Oberfranken, bei Planſchwitz in Sachſen und bei Gernrode am Vorderharze; der Schalſtein aber tritt vorzüglich in der Devonformation Naſſaus (Umgebung des Lahn- und Dillthales), der Ruhrgegenden Weſtphalens, des Oberharzes und in der Silurformation Böhmens auf.

Pyrogene kryſtalliniſch-klaſtiſche Geſteine. — Die bisher beſchriebenen pyrogenen klaſtiſchen Geſteine zeigen ſtets ein Bindemittel, welches aus zermalmtem, theilweiſe ſogar thonig gewordenem, Vulcanenſchutte beſteht. Außer dieſen, als pyrogene Tuffe bekannten, Geſteinen giebt es nun aber auch noch pyrogene klaſtiſche Geſteine, deren Bindemittel eine pyrogene kryſtalliniſche Felsart iſt. §. 217.

Wenn ein Vulcanenſchmelz aus dem Erdinnern zur Erdoberfläche drängt, dann reißt er aus den Erdrindemaſſen, durch die er ſich einen Eruptions-

§. 217. kanal erbrechen muß, Bruchſtücke ab, welche in ſeine Schmelzmaſſe fallen und von dieſer umſchloſſen und zum Theil ſogar mit ihr verſchmolzen zur Erdoberfläche transportirt werden. An dieſer allmählich erſtarrend bildet nun der vulcaniſche Schmelz eine hyalolithiſche oder kryſtalliniſche Geſteinsmaſſe, welche alle die Felstrümmer eingeſchmolzen zeigt, welche ſie von dem, von ihm durchbrochenen, Nebengeſteine losgebrochen hat. In dieſem Falle hat ſich alſo der vulcaniſche Schmelz ſchon während ſeines Emporbringens das Material zur Bildung eines klaſtiſchen Geſteines verſchafft, und in dieſem Falle ſind auch die von ſeiner Maſſe umſchloſſenen Trümmer gewöhnlich von anderer mineraliſcher Beſchaffenheit als die ſie umſchließende Geſteinsmaſſe. Aber es kommt auch vor, daß ein emporbringender Vulcanenſchmelz nichts von den Geſteinsmaſſen ſeines Eruptionskanals in ſeine Maſſe aufnimmt, ſondern erſt die im Krater oder am Kraterkegel aufgehäuften und von früheren, — aber dem ſpäter in die Höhe dringenden Vulcanenſchmelze mineraliſch ganz gleichartigen, — Eruptionsmaſſen abſtammenden, Schmelzmaſſen zertrümmert und dann deren Trümmer ſeiner Maſſe einverleibt. In dieſem Falle iſt demnach der Vulcanſchmelz erſt nach ſeinem Emporbringen und bei ſeinem Hervortreten an die Erdoberfläche zum klaſtiſchen Geſteine geworden. Und eben in dieſem Falle ſind die von ſeiner kryſtalliniſchen Grundmaſſe umſchloſſenen, in der Regel ſcharfkantigen, friſchen, nicht ſelten aber auch mit ihren Rändern in die umſchließende Maſſe eingeſchmolzenen Trümmer von derſelben petrographiſchen Beſchaffenheit als die ſie umſchließende Geſteinsmaſſe. Von dieſer letzten Art ſind namentlich die folgenden kryſtalliniſch-klaſtiſchen Breccien (Reibungs- oder Dislocationsbreccien):

1) Granitbreccie: In einem aus Granit beſtehenden Bindemittel liegen ſcharfkantige Trümmer von Granit und oft auch von Syenit, Hornblendegeſtein, Gneiß oder Thonſchiefer z. B. zwiſchen Altenſtein und Schweina am Thüringer Walde, ebenſo am Fichtelgebirge.

2) Diabasbreccie: In einer kryſtalliniſchen Diabasmaſſe liegen ſcharfkantige, zum Theil in die Grundmaſſe zerfließende Trümmer von körnigem, ſchiefrigem, dichtem oder porphyriſchem Diabas, z. B. am Harze, im Fichtelgebirge, in Südtyrol.

3) Porphyrbreccie: In einer feinkörnigen oder dichten Felſitmaſſe liegen neben Feldſpathkryſtallen und Quarzkörnern ſcharfkantige Trümmer von älteren, verſchieden gefärbten, Felſitporphyren, z. B. am Meiſenſtein bei Ruhla im Thüringer Walde; am Schwarzwald; in den Vogeſen.

4) Melaphyrbreccie: In einer dichten Melaphyrmaſſe liegen ſcharfkantige Bruchſtücke von dichtem und amygdaloïdiſchem Mandelſtein. Geht über in Melaphyrtuff z. B. bei Friedrichsrode am Thüringer Walde.

5) Baſaltbreccie: Eine dichte, oft aber auch ſchlackige, Baſaltmaſſe umſchließt Trümmer von Baſalt und Dolerit, aber auch von Buntſand- und Kalkſteinen, z. B. bei Bacha am Oechſen- und Dietrichsberg, bei Salesl

in Böhmen. Im Velay bei Laroche am Dolézonbache umſchließt dieſe Breccie auch Bachgerölle.

6) Trachytbreccie: In einer feſten, kryſtalliniſchen oder dichten Trachytmaſſe liegen ſcharfkantige Trachyt- und Baſalttrümmer, z. B. am Cantal und im Monte Dôre.

7) Obſidianbreccie oder Hyalolithbreccie: In einer glaſigen, obſidian- oder pechſteinartigen Grundmaſſe liegen Trümmer von Perlit, Trachyt, Bimsſtein, — z. B. am alten Schloſſe bei Chemnitz und bei Tokay in Ungarn.

Bemerkung: Streng genommen gehören die kryſtalliniſch-klaſtiſchen Breccien zu der Claſſe der gemengten kryſtalliniſchen Felsarten; denn ſie ſind ihrer Hauptmaſſe nach kryſtalliniſche Geſteine, und die in ihnen liegenden Trümmer ſind eigentlich nur als acceſſoriſche Beimengungen ihrer Hauptmaſſe zu betrachten. Sie gehen in der That auch oft in reine kryſtalliniſche Geſteine über, ſobald ihre Trümmer abnehmen oder ganz verſchwinden, und ſtehen auch meiſt nach ihren Ablagerungsorten in unmittelbarer Berührung mit den ihnen mineraliſch verwandten kryſtalliniſchen Felsarten.

2. Ordnung: Hydrogene klaſtiſche Geſteine.

Bildungsweiſe und allgemeiner Charakter. — Die pyrogenen klaſtiſchen Geſteine erhielten ihr Bildungsmaterial durch vulcaniſche Eruptionen und Schmelzmaſſen, während das Waſſer das ſo erhaltene Material bloß miſchte und zu zuſammenhängenden Ablagerungsmaſſen verkittete. Bei der Bildung der hydrogenen klaſtiſchen Geſteine aber ſpielt das Waſſer die Hauptrolle. Mit Hülfe des Sauerſtoffes und der Kohlenſäure wandelt es hier die ſchon vorhandenen feſten kryſtalliniſchen Felsarten in Stein- und Erdſchutt um; durch eigene Gewalt zerſprengt und zermalmt es dort die feſten Maſſen der Erdrinde zu Geröllen, Geſchieben, Kies, Sand, Pulver und Mehl. Und hat es ſich all' dieſes Material geſchaffen, dann fluthet, ſchlämmt und ſchwemmt es daſſelbe von ſeiner Bildungsſtätte weg, um es an geeigneten Stätten der Erdoberfläche wieder abzuſetzen, anzuſammeln und zu neuen Erdrindemaſſen zu verbinden. Für die hydrogenen klaſtiſchen Felsarten iſt alſo das Waſſer nicht bloß die anſammelnde und ihre Theile zum Ganzen verbindende Potenz, ſondern auch das Agens, welches ihr Bildungsmaterial aus den ſchon vorhandenen feſten Erdrindemaſſen ſchafft. §. 218.

Dieſer ihrer Entſtehungsweiſe nach ſind demnach die hierher gehörigen Felsarten lauter Zertrümmerungs- oder Zerſtörungsproducte von älteren kryſtalliniſchen, oder auch ſchon vorhandenen klaſtiſchen, Geſteinen, welche vorherrſchend unter dem Einfluſſe des Waſſers entſtanden ſind.

Je nach ihrem beſonderen Bildungsmateriale zerfallen nun dieſelben in folgende Gruppen oder Sippen:

a. Die Einen von ihnen beſtehen nur aus zuſammengefluthetem Felsſchlamm: Einfache hydrogene klaſtiſche Geſteine.

Dieſer Schlamm nun kann:

α. noch von einer kryſtalliniſchen Mineralmaſſe mehr oder weniger durchzogen ſein: Halb-klaſtiſche Geſteine;

β. aus reinem Erdſchutte beſtehen: Ganz-klaſtiſche Geſteine.

b. Die Anderen dagegen beſtehen aus einem Gemenge von erhärtetem Schlamme und grobem oder feinem Steinſchutte, ſind alſo: Gemengte hydrogene klaſtiſche Geſteine. Theils nach der Beſchaffenheit ihres Bindemittels, theils nach der Größe und Form der im Bindemittel eingebackenen Geſteinstrümmer erſcheinen dieſelben

α. als halb-klaſtiſche, wenn ihr Bindemittel vorherrſchend von einem kryſtalliniſchen Minerale (— Kalkcarbonat, Gyps, Steinſalz oder Kieſelſäure —) gebildet wird;

β. als ganz-klaſtiſche, wenn ihr Bindemittel vorherrſchend aus einem erhärteten Erdſchlamme (— Thon, Mergel oder thonigem Eiſenocker —) beſteht.

Jede von dieſen beiden Sippen kann nun je nach der Größe und Form der zuſammengekitteten Geſteinstrümmer: Conglomerate, Breccien und Sandſteine umfaſſen.

1. Gruppe: Einfache hydrogene klaſtiſche Geſteine.

a. Sippe: Klaſtiſche Schiefergeſteine.

Charakter: Mehr oder weniger vollkommen ſchiefrige, vorherrſchend ſchwarze, nicht ſelten aber auch rothbraune oder graugrüne, Geſteine, in deren Maſſe theils feine Glimmer- oder Chloritſchüppchen, theils ſchuppiger Eiſenglanz, theils auch Kohlen- oder Graphithäutchen parallel ziehende, — und dadurch die ſchiefrige Structur der hierher gehörigen Geſteine hervorbringende — Lagen bilden.

§. 219.

62. Thonſchiefer.

1) Beſtand: Ein vollkommen ſchiefriges, theils hartes, theils weiches, vorherrſchend grauſchwarzes, — oft aber auch durch Eiſenoxyd ockergelb oder rothbraunes oder auch durch erdigen Chlorit grünlich gefärbtes — Geſtein, welches weſentlich aus erhärtetem und von erſtarrter pulveriger Kieſelſäure und mikroſkopiſchen Glimmerſchüppchen durchzogenem Urthonſchieferſchlamme beſteht, außerdem aber bei ſehr ſtarker Vergrößerung unter dem Mikroſkope mehr oder weniger zahlreiche kryſtalliniſche Mineralien enthält, — ſo zunächſt gelblichbraune, mannichfach gruppirte, aber ſtets der Schieferungsebene der Geſteinsmaſſe parallel gelagerte Nädelchen wahrſcheinlich von Hornblende, ſodann grünliche oder hellgelbe Glimmertäfelchen, ferner Kalkſpathkörperchen und rundliche, an ihren Rändern in die Schiefermaſſe zerfließende, Quarzkörnchen, endlich Pünktchen von Eiſenkies und Schüppchen von Eiſenglanz, Kohlen und Graphit, ſowie eine amorphe opalartige Subſtanz, welche das Bindemittel aller ebengenannten Mikrolithe bildet.

1) Der Thonſchiefer kann ſeinem Aeußeren nach oft verwechſelt werden §. 219.
mit dem Urthonſchiefer und dem Schieferthone. Von dem erſteren unterſcheidet er ſich durch den Mangel eines kryſtalliniſchen Gefüges, durch ſein mattes Anſehen, was namentlich in ſeinem Querbruche hervortritt und durch ſeine transverſale Schieferung, welche ſich dadurch offenbart, daß ſeine Schieferabſonderung häufig nicht parallel mit der Schichtungsebene zieht, ſondern dieſe letztere unter einem gewöhnlich ſteilen Winkel durchſchneidet. — Von dem Schieferthone aber unterſcheidet er ſich namentlich dadurch, daß er nicht, wie dieſer, an der feuchten Zunge klebt und beim Anfeuchten gleich wieder trocken wird und beim Schlämmen auch faſt gar keinen Thon giebt.

2) Der chemiſche Beſtand des Thonſchiefers beträgt im Allgemeinen: 59,00 Kieſelſäure, 20,00 Thonerde, 7,40 Oxydul und Oxyd des Eiſens, 2,80 Magneſia, 1,60 Kalkerde, 3,50 Kali, 1,10 Natron, 4,00 Waſſer und Bitumen.

3) Das ſpec. Gewicht = 2,68—2,89.

2) Unter den, gewöhnlich im Thonſchiefer vorkommenden, unweſentlichen Gemengtheilen ſind namentlich zu nennen: Adern, Schnüre und Neſter von Quarz und Kalkſpath, ſowie Kryſtalle, Knötchen und Knollen von Eiſenkies, welcher durch ſeine Verwitterung ſaures ſchwefelſaures Eiſenoxydul (Eiſenvitriol) und unter dem Einfluſſe dieſes letzteren die Alaunbildung in der Thonſchiefermaſſe hervorruft. Außerdem kommen auch in der Thonſchiefermaſſe mikroſkopiſche Diatomeen, Coccolithen, Diskolithen, Textilarien und Globigerinen, ſowie Verſteinerungen aus der ſiluriſchen und devoniſchen Grauwackeformation vor.

3) Abarten: Je nachdem der Thonſchiefermaſſe mehr oder weniger Kieſelſäure, Kohlen- oder Graphittheilchen oder auch Alaun beigemengt ſind, entſtehen folgende Abarten des Thonſchiefers:

1) Dach- oder Tafelſchiefer: vollkommen ebenſchiefrig, in dünne rhomboidale Platten ſpaltbar; oft kohlereich und dann ſchwarz und mild. Verbindet ſich bei dieſer Abart die gewöhnliche Schieferung mit der transverſalen, ſo entſteht

2) Griffelſchiefer, eine reine, milde Thonſchiefermaſſe, welche ſich in dünne, vierkantige Stängel ſpalten läßt (z. B. bei Sonneberg im Frankenwald).

3) Zeichenſchiefer, ein ſehr kohlereicher, weicher, milder, ſchreibender, Griffelſchiefer, welcher bei Ueberhandnahme ſeines Kohlengehaltes zur ſchwarzen Kreide wird (z. B. bei Haſſelbach am Thüringer Walde).

4) Wetzſchiefer, ein lichtgelblichgrauer, harter, von Kieſelſäure durchdrungener, Thonſchiefer, welcher dünne, neſterartige, Lager zwiſchen dem eigentlichen Thonſchiefer bildet (z. B. bei Vieil Salm in den Ardennen).

5) Alaunſchiefer: ein kohlereicher, ſehr viel Eiſenkies haltiger und von Eiſenvitriol und Alaun durchzogener, an der Zunge tintenartig oder ſüßlich zuſammenziehend ſchmeckender, Thonſchiefer, welcher auf ſeinen Spalten bunt iriſirende Anthracit-Ueberzüge zeigt (z. B. bei Gräfenthal und Sonneberg am Frankenwald, bei Hof im Fichtelgebirge, bei Reichenbach in Sachſen, bei Chriſtiania in Norwegen).

6) Grauwackeschiefer: ein sehr feinkörniger bis dichter, von feinem Quarzsand und zahlreichen Glimmerblättchen durchzogener, Thonschiefer, welcher durch Aufnahme von gröberem Sand in schiefrige und weiter in eigentliche Grauwacke übergeht.

4) Ablagerungsgebiet: Der Thonschiefer hat seine Hauptheimath im Gebiete der silurischen und devonischen Formation. In dieser wechsellagert er mit Grauwacke, Sandstein, Kieselschiefer und Kalkstein; oft aber lagert er auch unmittelbar auf dem Urthonschiefer und bildet dann das Uebergangsglied zum Grauwackeschiefer und zur eigentlichen Grauwacke.

Aus der silurischen Formation gehören hierher die Thonschiefer (Graptolithenschiefer) des Thüringer- oder Frankenwaldes, Böhmens, Galiziens, der östlichen Alpen, Rußlands, Schwedens, Norwegens, Englands u. s. w.

Aus der devonischen Formation sind zu nennen die Thonschiefer des Harzes, Westphalens, Nassaus, Frankenwaldes ꝛc.

Außer in den ebengenannten Grauwacke-Gebieten kommt auch Thonschiefer, wechsellagernd mit Kieselschiefer und Kalksteinen, in der unteren Abtheilung der Steinkohlenformation vor, so am Harze, in Westphalen, Nassau, Belgien und Devonshire und bildet dann das Uebergangsglied zwischen der Steinkohlen- und Devonformation.

§. 220. **63. Schieferthon und Schieferletten.**

(Argile schisteuce).

1) Bestand: Schiefriges oder auch blättriges, bald festes, bald mürbes, weiches, rauchgraues oder schwarzgraues, oft aber auch braunrothes oder unrein gelbgraues, Gestein, welches aus einem innigen, undeutlichen Gemenge von vorherrschendem Thon mit äußerst feinen Glimmer- oder Eisenglanzschüppchen, Kohlenhäutchen und staubartigen Quarztheilchen besteht.

1) Von dem, ihm oft sehr ähnlichen, Thonschiefer unterscheidet sich der Schieferthon durch folgende Eigenschaften:

a. Pulverisirt und mit Wasser gekocht giebt er beim Schlämmen auf einer schief liegenden Glastafel viel echten Thonschlamm und außerdem eine Zone von Glimmer-, Eisenglanz- oder auch Kohlenschüppchen, sowie einen Absatz von Kieselmehl.

b. Beim Anhauchen riecht er thonartig; beim Befeuchten wird er rasch wieder trocken; auch klebt er an der Zunge.

c. An der Luft liegend zerspringt er unter dem Einflusse der Witterung in lauter kleine Schieferblättchen oder auch in scharfkantige, Rhomboëdern oder rhomboidischen Säulen ähnliche Stückchen, welche sich immer weiter zertheilen und zuletzt einen thonigen Erdschlamm geben.

2) Die schwarze oder schwarzgraue Färbung des Schieferthones rührt von beigemengten Bitumen- oder Kohlentheilchen her, woher es auch kommt, daß der Schieferthon auf glühenden Kohlen weißlich oder rothbraun und leichter wird, ja bei starkem Bitumengehalte oft selbst mit bläulicher Flamme brennt und schwefelharzig riechenden Dampf ausstößt.

3) Seine Masse ist glanzlos, aber oft auf den Spalt- oder Schieferflächen von Glimmerlamellen silberig-grau oder von Eisenglanzüberzügen eisenschwarz glänzend. Ist dieselbe sehr reich an Eisenoxydhydrat, dann ist sie ockergelb und bei Beimengung von Kohlentheilchen unrein graugelb. Häufig erscheint sie aber auch von Eisenoxyd ganz durchdrungen, dann erscheint sie braunroth und geht zuletzt in Röthelschiefer über. Nicht selten enthält sie auch Putzen von kieselsaurem Eisenoxydul und dann zeigt sie blaugrüne Flecken, welche unter Einwirkung der Luft nach und nach zuerst unrein grüngelb, dann ockergelb und zuletzt braunroth werden.

2) Unter den zufälligen Beimengungen machen sich am meisten Kugeln, Nieren und Knollen von Markasit und von concentrisch schaligem, einen Röthelkern einschließenden, Thoneisenstein oder thonigem Sphärosiderit bemerklich, selten Bleiglanz oder Zinkblende. Außerdem umschließt er oft auch Abdrücke und Ueberbleibsel von Pflanzen.

3) Unter seinen Abarten treten am meisten hervor:

a. der, durch Kohlentheilchen schwärzlich gefärbte, gemeine Schieferthon oder Kohlenschiefer, welcher seine Hauptlagerstätte im Gebiete der Stein- und Braunkohlenformation hat, aber auch in der unteren Etage des Rothliegenden und in den oberen Etagen der Lias- und Juraformation vorkommt. Bei sehr starkem Gehalte von Kohle und Bitumen geht er über

b. in den Brandschiefer, einen pechschwarzen, thierisches Oel und soviel Bitumen haltigen Schieferthon, daß er zwischen glühenden Kohlen brennt und bituminös riechenden Dampf entwickelt. In der Steinkohlen- und Grauwackeformation, so namentlich eine wenigstens 800 Fuß mächtige, Domanik genannte, Ablagerung im südlichen Theile der Timankette an der Uchta im Gebiete der Petschora (Rußland) bildend.

c. Rother Schieferthon oder eisenschüssiger Schieferletten, ein, ganz von Eisenoxyd durchdrungener, rothbrauner, oft blaugrün gefleckter und geaderter, sehr viel Glimmer- und Eisenglanzschüppchen enthaltender und darum auf seinen Spaltflächen oft silberig oder eisenschwarz glänzender, gewöhnlich schiefriger oder blättriger, Schieferthon, welcher oft auch sandreich ist und dann in Sandstein übergeht. In der Formation des Rothliegenden und Buntsandsteines mächtige Wechsellagerungen mit rothen Sandsteinen und Conglomeraten bildend.

4) Die Hauptablagerungsgebiete der verschiedenen Abarten des Schieferthones befinden sich in den Formationen der Grauwacke, Steinkohle, des Rothliegenden und Buntsandsteines und überhaupt der vorherrschend aus Sandsteinen und Conglomeraten bestehenden Formationen, da die Schieferthone in der Regel aus der übrig gebliebenen Masse des Bindemittels der letztgenannten Trümmergesteine bestehen.

64. Mergelschiefer. §. 221.

1) Bestand: Ein thoniger oder kalkiger, meist dünnschiefriger oder auch blättriger, gewöhnlich unrein graugelb, rauchgrau oder grauschwarz gefärbter, Mergel, welcher oft so bitumenreich (— bituminöser Mergelschiefer —) ist, daß sich auf seinen Spaltflächen und in seinen Klüften Erdpech, Asphalt oder auch Erdöl abgesondert zeigt.

Je nach der Größe ſeines Kalkgehaltes bald mehr bald weniger mit Säuren aufbrauſend und bei ſeiner Zerſetzung einen mehr oder weniger ſtarken Thonrückſtand laſſend, dabei aber auch meiſtens einen braunen, bituminös riechenden, Giſcht entwickelnd. — Im Uebrigen vergl. Nr. 65 §. 223 und in der Syn. der Min. §. 744 S. 853.

2) Unter ſeinen außerweſentlichen Gemengtheilen ſind namentlich Eiſenkieſe und Schwefelkupfererze (Kupferglanz, Fahlerz, Kupferkies), welche nicht nur in Kryſtallen und Schwarten auftreten, ſondern auch die ganze Maſſe des Schiefers ſo durchdringen (— ſo beim Kupferſchiefer —), daß dieſe letztere bei ihrer Löſung intenſiv blau gefärbt erſcheint und zur Gewinnung von Kupfer Veranlaſſung giebt. — Außerdem ſind noch die Verſteinerungen, Fiſchabdrücke und Pflanzenreſte zu erwähnen, welche namentlich der bituminöſe Mergelſchiefer oft in großer Menge enthält.

3) Durch Aufnahme von Sand oder Geröllen geht der Mergelſchiefer in mergelige Sandſteine und Conglomerate, ſowie durch Abnahme ſeines Kalkgehaltes in Schieferthon, aber auch durch ſtarke Zunahme von Kalk in thonigen Kalkſtein über.

4) Hauptlagergebiete: Der Mergelſchiefer bildet Ablagerungen vorherrſchend in den meiſten Formationen, welche in ihrer unteren Etage Sandſteine und in ihrer oberen Kalkſteine und Dolomite enthalten. In der Regel tritt er alsdann als Vermittelungsablagerung zwiſchen dieſen beiden Etagen auf, ſo daß er abwärts in die Sandſteine und aufwärts in die Kalkſteine übergeht. Ganz beſonders iſt dieſes der Fall in der Zechſteinformation, in welcher er zwiſchen dem Conglomerate und Sandſteine des Grauliegenden einerſeits und dem bituminöſen Zechſteine andererſeits eine Ablagerungszone bildet.

b. Sippe: Klaſtiſche Kalkgeſteine.

§. 222. **Beſtandesmaſſen derſelben im Allgemeinen.** — Thon iſt eine, durch den Verwitterungsproceß aus kryſtalliniſchen Thonerdeſilicaten entſtandene, unkryſtalliniſche, erdige Maſſe, welche vom Waſſer geſchlämmt und an gelegenen Orten für ſich allein oder mit anderen Mineralſubſtanzen untermiſcht zu maſſigen Ablagerungen angeſammelt wird. Thon iſt demnach eine rein klaſtiſche Subſtanz. Demgemäß müſſen aber auch alle die Geſteine, welche Thon zum weſentlichen Gemengtheil haben, zu den — wenigſtens halb — klaſtiſchen Felsarten gerechnet werden. — Wenn ferner Kalkfelsmaſſen durch den Froſt oder die ſtürmende Waſſerfluth in ein Chaos von Trümmern zerſchellt werden; wenn dann weiterhin die Gewäſſer dieſe Trümmer zu Pulver und Mehl zerreiben oder zermalmen und nun endlich mit dem hierdurch entſtehenden Kalkſchlamme im Bette der fließenden oder ſtehenden Gewäſſer maſſige Ablagerungen bilden oder auch loſe zuſammenliegende kryſtalliniſche Mineralien und Felstrümmer zuſammenkitten, ſo müſſen die hierdurch entſtehenden Erdrindemaſſen ebenfalls zu den klaſtiſchen Geſteinen gerechnet werden, da ja ihr Hauptbeſtandtheil eine erdige, durch Zertrümmerung und Schlämmung anderer Felsarten entſtandene, klaſtiſche

Mineralmasse ist. — Wenn endlich die im Grunde des Meeres befindlichen Korallen- und Conchyliengehäuse durch die Meereswoge zerstampft und geschlämmt werden und ihre zusammengepreßten Schlammmassen sich zu erdiger Kreide verdichten und auch wohl die Schaaren mikroskopisch kleiner Gehäuse von Urthieren und Conchylien umschließen und zum Ganzen verkitten, dann müssen auch die hierdurch entstehenden Kalksteinmassen klastische Gesteine sein.

Alles dieses vorausgesetzt müssen streng genommen alle Kalksteine mit amorphem, erdigem Gefüge, so viele dichte Kalksteine, die erdigen oder sandigerdigen Kalktuffe, die zum großen Theil aus mikroskopischen Thierresten bestehende, weiche, schreibende Kreide und der aus Kalk und Thon bestehende Mergel zu den klastischen Gesteinen gehören, aber ebenso gehört dann noch gar mancher Rogenstein, dessen krystallinische Kügelchen in einem dichten Kalk oder Mergel eingekittet liegen, wenigstens zu den halb-klastischen Gesteinen. Unter allen diesen Gesteinen verdienen namentlich die folgenden eine nähere Besprechung.

65. Mergel. (Marne, Marl, Marna). §. 223.

1) Bestand: Inniges und gleichmäßiges Gemenge von kohlensaurem Kalk oder von Dolomit mit 20 bis 80 Proc. Thon und oft auch noch mit Eisen- oder Manganoxydul-Carbonat oder statt dessen mit Eisen- und Manganoxyd; außerdem aber gewöhnlich noch sehr feinen Quarzsand enthaltend (vergl. hierzu §. 744 S. 852 der Syn. der Min.).

1) Sein Gefüge ist in der Regel dicht oder erdig, bisweilen aber auch sandsteinartig, halb krystallinisch oder auch schiefrig bis blättrig. Enthält der Mergel viel feinen Quarzsand oder gar erstarrte Kieselsäure, dann erscheint er bisweilen hornsteinartig (— Hornmergel, Kieselmergel —) und hart; gewöhnlich aber ist er milde und weich.

2) Sein Verhalten gegen Salzsäure ist verschieden: bei starkem Kalkgehalt und 20 bis 25 Proc. Thon (— Kalkmergel —) braust er stark mit Salzsäure und hinterläßt bei seiner Lösung nur einen geringen Thonrückstand; bei geringem Kalkgehalt und 25 bis 80 Proc. Thon (— Thonmergel —) braust er langsam und schwach und giebt bei seiner Lösung einen starken Rückstand von Thon.

3) Von Farbe erscheint er theils weißlich oder gelblich oder hellgrau, theils durch beigemischtes Eisenoxydul oder Eisenoxyd blaugrün, gelbgrün, ockergelb oder rothbraun, oft bunt und ruinenähnlich gefleckt (— Ruinenmarmor —) oder geflammt (— Flammenmergel —).

2) Bildungsweise und Abarten: Der Mergel kann auf zweierlei Weise entstehen, nemlich

a. dadurch, daß ein Thonschlamm von Kalkcarbonat-Lösung durchdrungen wird und jedes einzelne Massetheilchen dieses Schlammes eine Quantität Kalkcarbonat in sich auffaugt und fest mit sich verbindet (— halb-klastischer Mergel —);

b. dadurch, daß Thonschlamm und Kalkschlamm durch Gewässer innig mit einander gemengt wird (— ganz-klastischer Mergel —).

§. 223. α. Der halb-klastische Mergel ist härter und fester als der ganz klastische; seine Härte = 3 — 3,5. Seine Masse erscheint namentlich bei starkem Kalkgehalte unter der Loupe etwas krystallinisch-körnig oder sandig-körnig; ist sie aber von Kieselsäure durchdrungen, dann sieht sie nicht selten hornsteinartig aus. Ist seine Thonmasse ganz mit Kalkcarbonat übersättigt, dann scheiden sich aus ihr Nester und Drusen von körnigem oder krystallisirtem Kalkspath aus, welche oft die Mergelmasse nach allen Richtungen durchziehen und alle in ihr befindlichen Höhlungen mit oft blendenden Krystallgruppen ausfüllen (— z. B. im Keuper am Moseberg bei Eisenach). Dasselbe ist auch der Fall mit der in der Mergelmasse vorkommenden überschüssigen Kieselsäure, welche in den Höhlungen des Mergels häufig prächtige Bergkrystallgruppen bildet, aber auch in kleinen, vollständig ausgebildeten Quarzdoppelpyramiden die Mergelmasse so durchzieht, daß sie porphyrisch aussieht (z. B. an der Michelskuppe bei Eisenach). Diese halb- oder krystallinisch-klastischen Kalk- und Dolomitmergel kommen — z. B. bei Eisenach — hauptsächlich in der oberen Abtheilung der Keuperformation vor. Man kann sie künstlich darstellen, wenn man einen in der Austrocknung begriffenen Thon so lange mit einer Lösung von doppelt kohlensaurem Kalk versetzt als der Thon noch von dieser Lösung in sich aufsaugen kann. Hat man indessen einen ganz vollständig ausgetrockneten, steinharten, nach allen Richtungen hin zersprungenen Thonknollen in dieser Weise mit einer Kalklösung versetzt, so saugt er nur wenig Kalk auf und es bilden sich in allen seinen Spalten Kalkspathadern, so daß zuletzt der Thonknollen mehr oder weniger von einem Kalkspathnetz durchzogen erscheint. (Sollten nicht die Septarienknollen in dieser Weise entstehen?)

β. Die ganz klastischen, aus einem innigen Gemenge von Thon- und Kalkschlamm gebildeten, Mergel haben ein mürbes, pulverig- oder feinsandig-erdiges Gefüge und eine Härte = 2 — 2,5 und zeigen nur selten krystallinische Kalkspath- oder Quarz-Ausscheidungen. Nur dann, wenn ihre Massen die Wände eines Moor- oder Torfbeckens bilden und die, mit gein- oder quellsaurem Ammoniak beladene, Torfbrühe den von ihr durchzogenen Mergelmassen ihren Kalkgehalt raubt und dann bei ihrer Zersetzung den geraubten Kalkgehalt in den Klüften der thongewordenen Mergelmasse wieder absetzt, — nur dann zeigen diese ganz klastischen sich von Kalkspathadern durchzogen.

3) Beimengungen und Umwandlungen des Mergels: Außer Kalk-, Braun- oder Eisenspath und den oben schon erwähnten Berg- und Quarzkrystallen machen sich in den Massen des Mergels namentlich Eisenkiese, — sowohl Pyrit wie Markasit, — bemerklich. Bisweilen sind die ganz klastischen Mergel so von kleinen Markasitputzen durchzogen, daß ihre ganze Masse metallisch glitzert. Wenn nun diese Eisenkiese verwittern, so bildet sich Eisenvitriol. Sobald sich dieser im Wasser gelöst hat, entsteht zwischen ihm und dem Kalkcarbonat des Mergels ein Umtausch der Säuren, in Folge dessen aus dem Kalkcarbonate Gyps und aus dem Eisenvitriol Eisenspath wird. War nun vorher eine Mergelmasse ganz von Eisenkies durchzogen, so wird sie nun durch

den eben erwähnten Proceß in gemeinen, von Eiſenſpath durchdrungenen und von Gypsſpathadern und Lagen durchzogenen, Thon oder ſogenannten Thongyps oder Gypsmergel umgewandelt erſcheinen. Indem ſich nun aber der dieſem Thone innig beigemiſchte Eiſenſpath in allen denjenigen Thonlagen, welche der Luft ausgeſetzt ſind, höher oxydirt, ſo wird die Maſſe des Thones allmählich von unten nach oben in blaugrüne, ockergelbe und braunrothe Lagen abgetheilt, wie man an den ſogenannten bunten Gypsmergeln der Buntſandſtein- und Keuperformation Thüringens (z. B. bei Eiſenach und ausgezeichnet ſchön bei Langenſalza) bemerken kann.

Einen merkwürdigen Einfluß übt die Pflanzenwelt auf die Umwandlung des Mergels in gemeinen Thon aus. Iſt nemlich eine Mergelablagerung mit einer lebenden Pflanzendecke verſehen, ſo bildet ſich aus den alljährig abſterbenden Pflanzenreſten unaufhörlich Kohlenſäure und Waſſer. Indem nun das Waſſer abwärts zu den Mergelablagerungen gelangt, entwickelt es aus dieſen unaufhörlich löslichen kohlenſauren Kalk, welchen dann die Wurzeln der lebenden Pflanzen gierig aufſaugen. Findet dieſer Einfluß der Pflanzendecke Jahrhunderte hindurch ſtatt, ſo wird hierdurch eine Mergelablagerung ebenfalls in gemeinen Thon umgewandelt, es iſt mithin alsdann die Mergelablagerung „ausgemergelt“, wie der Landwirth zu ſagen pflegt.

4) Die Ablagerungsgebiete finden ſich in allen, aus Sand- und Kalkſteinen gebildeten, Formationen der Erdrinde. Die bunten Mergel, Gyps- und Dolomitmergel zeigen ſich vorherrſchend in der Zechſtein-, Buntſandſtein und Keuperformation im Verbande mit Dolomit, Gyps, Thon und auch wohl Steinſalz; die dunklen bituminöſen Mergel dagegen treten vorherrſchend in der Zechſtein- und Liasformation auf, während die hellgefärbten Kalkmergel namentlich im Gebiete des oberen Jura und der Kreide zu finden ſind.

66. Rogenſtein. §. 224.

(Oolith zum Theil; der Namen iſt entlehnt von der Aehnlichkeit des Geſteines mit verſteinten Fiſcheiern oder Fiſchrogen).

1) Beſtand: Hirſekorn- bis erbſengroße, — in der Regel aus kryſtalliniſchem, oft aber auch aus dichtem, mergeligem Kalk beſtehende, Kügelchen (Sphärolithe) erſcheinen in oft ſehr großer Menge zuſammengekittet durch ein mergeliges, ſeltner kalkiges oder eiſenockeriges Bindemittel.

1) Die einzelnen Kügelchen ſind entweder kryſtalliniſcher oder klaſtiſcher Natur. Die erſteren beſtehen entweder aus concentriſchen Schalen, deren jede aus ſtrahlig geſtellten Aragonitnädelchen zuſammengeſetzt iſt, oder aus ſtrahlig, von einem im Mittelpunkte der Kügelchen befindlichen Steinkerne, abgehenden Aragonitnädelchen, bisweilen aber auch aus einem körnigen Gemenge von rhomboëdriſchen Kalkkörnchen. Die klaſtiſchen Kügelchen dagegen beſtehen aus einem dichten oder ſandigkörnigen Kalk- oder Mergelſchlamme, wie man deutlich bei der Auflöſung dieſer Kügelchen in Salzſäure bemerken kann.

2) Das Bindemittel dieser Kügelchen ist stets klastisch und besteht vorherrschend aus erhärtetem Mergelschlamm, seltner aus reinem Kalk, bisweilen aber auch aus eisenschüssigem Thon oder Thoneisenerz.

2) Abarten: Wie beim Mergel, zu welchem man auch wohl die Rogensteine rechnen darf, so kann man auch bei diesen letzteren halb-klastische, deren Kügelchen aus krystallinischem Kalke bestehen, und ganz-klastische, deren Kügelchen aus einem erhärteten, dichten oder feinsandigkörnigen Kalk- oder Mergelschlamme bestehen, unterscheiden.

Bergrath Gümbel theilt die Rogensteine ein:

1) in Extooolithe, welche durch Incrustation von Innen nach Außen entstanden sind, und

2) in Entooolithe, hohle Oolithenkugeln, welche dadurch entstanden sind, daß sich Kalk um eine hohle Blase abgesetzt hat und entweder nur eine Rinde um dieselbe herum bildete oder auch das Innere der Blase ausfüllte.

Erfahrung: Der Verfasser fand nach einem Gewitter, bei welchem der Regen in großen Tropfen niedergestürzt war, an dem Watzmann bei Berchtesgaden auf einer pulverigen Kalkablagerung, wie sie von den Gehängen dieses Berges in bedeutender Mächtigkeit bergab ziehen, zahllose, fast erbsengroße, Kalkkugeln, welche inwendig theils hohl, theils mit Wasser erfüllt waren und im Sonnenscheine rasch abtrockneten und fest wurden. Am unteren Rande einer dieser Kalkpulver-Ablagerungen fand er dann auch solche hohle Kalkkugeln in erhärtetem Kalkschlamm eingekittet. Später beobachtete er dieselbe Erscheinung in noch bedeutenderer Mächtigkeit und schönerer Entwickelung am Solstein bei Innsbruck. Diese Erscheinung hat ihn dann zu dem Gedanken geleitet, daß vielleicht auch die ganz klastischen Rogensteine in ähnlicher Weise entstanden sein könnten.

3) Ablagerungsgebiete: Obgleich auch schon in den Uebergangsformationen (z. B. auf der Insel Gothland bei Grötlingbo und in Norwegen bei Christiania) Rogensteinlager vorkommen, so ist doch als ihr Hauptablagerungsgebiet die Formation des Zechsteins (z. B. bei Soden am Spessart, bei Stadtberg in Westphalen), des Buntsandsteins (z. B. bei Winnrode und Wolfenbüttel, sowie zwischen Sandersleben, Bernburg, Blankenburg am Nordrande des Harzes) und des mittleren Jura (z. B. am Schweizer Jura und von da über Basel zum Breisgau, wo unter anderen der Rogenstein den 2000 Fuß hohen Schönberg bei Freiburg zusammensetzt).

§. 225. 67. Kalktuff.

(Tuff- oder Duckstein, Alben, Alm, Travertin.)

1) Bestand: Sandigkörnige, dichte oder feinerdige oder auch poröse, blasige, röhrige oder aus concentrisch schaligen Lagen bestehende Kalkmasse von gelblicher, weißer, grauer oder brauner Farbe. Theils fest, theils zerreiblich; häufig Körpertheile von Sumpf- und Süßwasser- oder auch Landpflanzen, ebenso von Sumpf- und Süßwasserthieren, namentlich von Schnecken, Phryganeen und Crustaceen, aber auch von Landthieren

(z. B. von Urochsen, Elen- und Hirschthieren, Mammuth u. s. w.) einschließend.

2) Abarten: Auch vom Kalktuff sind je nach seiner Bildungsweise drei Abarten zu unterscheiden, nemlich

a. krystallinischer Kalktuff (Travertin), welcher durch krystallinische Abscheidungen von im Wasser gelöstem doppelt-kohlensaurem Kalk entstanden ist und noch da entsteht, wo Bäche und Quellen aus bewaldeten Kalkbergen hervortreten, und sich durch sein, oft marmorähnliches, krystallinisches, eckig- oder rundkörniges Gefüge und seine größere Festigkeit auszeichnet. Berühmt sind seine Lager in den Abruzzen z. B. bei Tivoli, Viterbo, wo er Leucite einschließt, und Ascoli, wo er 300 Fuß hohe Felsen bildet;

b. halb-klastischer Kalktuff, ein Gemenge von feinen Krystallkörnern mit Kalkschlamm; feinsandig-erdig, aber fest, voller Poren und Röhren incrustirter Pflanzentheile. In ehemaligen Seebecken und an den Ufern von Flüssen, welche aus Kalkbergen kommen und nicht bloß gelösten Kalk, sondern auch Kalkschlamm zuführen;

c. ganz-klastischer Kalktuff, welcher in alten, rings von kahlen Kalkbergen oder Mergelablagerungen umgebenen, Seebecken lagert und erdigdicht, weich, mürbe und zur Schiefer- und Plattenbildung geneigt ist.

3) Die Ablagerungsgebiete des Kalktuffes befinden sich vorherrschend im Gebiete der Kalkformationen, namentlich in den von Fließwassern durchzogenen und mit Seen bedeckten Muldenthälern zwischen den Kalkbergen.

68. Kreide. §. 226.

1) Bestand: Weiche, milde, erdige, ganz unkrystallinische, vorherrschend weiße, indessen oft auch gelbliche oder graue Masse, welche im reinen Zustande abfärbt, schreibt, sich in Salzsäure unter starkem Aufbrausen ganz auflöst und demnach scheinbar aus kohlensaurem Kalk besteht, aber unter dem Mikroskope bei sehr starker Vergrößerung als ein Aggregat von kleinen Organismengehäusen und Kalkscheibchen erscheint.

1) Ihrem Aeußeren nach gleicht die reine Kreide dem Pfeifenthon oder Kaolin, unterscheidet sich aber von ihm durch ihr Verhalten gegen Säuren.

2) Ihrem Hauptbestande nach müßte die Kreide in die IV. Classe 1. Ordnung der Felsarten, nemlich zu den Zoogeniten gezählt werden, da sie aber durch ihre physischen und chemischen Eigenschaften sich dem kohlensauren Kalke anschließt, so wird sie gewöhnlich zu den mineralischen Gesteinen gerechnet.

3) Unter den Organismengehäusen, aus welchen die Masse der Kreide vorherrschend besteht, machen sich am meisten bemerklich die Foraminiferen-Geschlechter Globigerina, Planulina, Rosalina, Rotalia und Textilaria; außerdem kommen auch in ihr vereinzelte Kieselpanzer von Diatomeen vor.

4) Die zwischen den Foraminiferen-Gehäusen in der Kreide vorkommenden, oft zahlreichen, äußerst (0,0047 bis 0,012 mm.) kleinen, concavconvexen Kalkscheibchen, welche auch noch gegenwärtig in dem Tiefsee-

1. Sippe: **Halbklaſtiſche** (hemiklaſtiſche oder kryſtalliniſch-klaſtiſche) **hydrogene Conglomerate und Breccien.**

Allgemeiner Charakter: Die hierher gehörigen klaſtiſchen Geſteine haben ein Bindemittel, welches dadurch entſtanden iſt, daß Waſſer die in ihm gelöſten Mineralſubſtanzen bei ſeiner Verdunſtung ſo lange zwiſchen Steintrümmern abſetzte, bis ſie alle Räume zwiſchen den letzteren vollſtändig ausfüllten und ſo die einzelnen Steintrümmer unter einander zum zuſammenhängenden Ganzen verkitteten. §. 227.

Dieſe Sippe von klaſtiſchen Geſteinen entſteht noch gegenwärtig überall da, wo Fließwaſſer mit gelöſtem Kalk, Gyps oder auch Steinſalz zwiſchen Ablagerungen von Geröllen hinrieſeln und während ihres Durchrieſelns ihr Waſſer durch Verdunſtung verlieren. Selbſt das Waſſer für ſich allein vermag ſchon Conglomerate und Sandſteine zu ſchaffen, wenn es zwiſchen Steingeröllen zu Eis erſtarrt. Das auf dem ſteinigen Boden von Flüſſen entſtehende Grundeis bildet mit den Geröllen, Geſchieben und Sand ein wahres Eisconglomerat, deſſen Bindemittel aus den ſchönſten Eiskryſtallen zuſammengefügt iſt. Am häufigſten jedoch bildet der aus wäſſerigen Löſungen ſich abſcheidende kryſtalliniſche kohlenſaure Kalk und die hornſtein- oder opalartige, amorphe Kieſelſäure das Bindemittel der hierher gehörigen Conglomerate. Man kann dieſe letzteren abtheilen in Conglomerate mit kalkſpathigem und in Conglomerate mit kieſeligem Bindemittel.

a. Conglomerate und Breccien mit kalkſpathigem Bindemittel.

69. Kalkſteinbrreccie. (Kalkſteinconglomerat). §. 228.

1) Beſtand: In einem weißlichgrauen, bisweilen auch ockergelben oder rothbraunen, aus ſpäthigem oder dichtem, Kalke oder auch aus Dolomit beſtehenden Bindemittel liegen eckige und abgerundete Trümmer von grauem oder gelblichem Kalkſteine.

2) Lagerorte: Dieſe Breccie iſt ein ſecundäres Gebilde, welches ſich noch gegenwärtig da bildet, wo Waſſer mit gelöſtem doppelt-kohlenſaurem Kalk Ablagerungen von Kalkſteinen durchrieſelt, z. B. am Mittelmeere zwiſchen Genua und Nizza, bei St. Victorie unweit Aix in der Provence, in den Kalkalpen ꝛc. Sie kommt aber auch ſchon bisweilen in mächtigen Ablagerungen in den älteren Formationen vor, z. B. in dem Gebiete des Uebergangskalkſteins im Fichtelgebirge zwiſchen Köſtenberg und Unter-Leupoldsberg; in der Zechſteinformation bei Eppichnellen unweit Eiſenach; im Muſchelkalke bei Eiſenach in einer Kluft zwiſchen oberem und unterem Muſchelkalk.

70. Dolomitbreccie. (Eigentliche Rauchwacke). §. 229.

1) Beſtand: In einem kryſtalliniſchen oder auch dichten Kalkbindemittel, bisweilen aber auch in feſt gewordenem erdigem Kalkſchlamme liegen Bruchſtücke von Dolomit oft ſo zahlreich, daß das Bindemittel nur noch dünne Wände zwiſchen den Trümmern bildet. Gelblichgrau, braunroth bis rauchgrau; oft porös und zellig.

2) Vorkommen: namentlich in der Zechſteinformation Thüringens, z. B. bei Thal und Eppichnellen unweit Eiſenach; in Heſſen bei Riechelsdorf; außerdem in den venetianiſchen Alpen bei Recoaro.

§. 230. 71. Stinkſteinbreccie.

1) Beſtand: Scharfkantige Stinkſteintrümmer liegen in einem kryſtalliniſchen Aragonit- oder auch dichten Dolomitcäment. Rauchgrau oder gelblich.

2) Vorkommen: In der Zechſteinformation Thüringens Klüfte im Dolomite ausfüllend, z. B. bei Eppichnellen unweit Eiſenach und bei Wimmelburg und Sangerhauſen; außerdem in England an der Küſte von Durham.

b. Conglomerate und Breccien mit kieſeligem Bindemittel.

§. 231. 72. Quarz- und Lyditbreccie. (Kieſelbreccie).

1) Beſtand: In einem kieſeligen, graulichen, ockergelben oder braunrothen, äußerſt harten, am Stahle funkenden, Bindemittel liegen eckige und abgerundete, graulichweiße, hornfarbige oder rothbraune Quarzgerölle eingekittet.

2) Vorkommen: Vorherrſchend in der ſiluriſchen und devoniſchen Grauwackeformation Böhmens, der Eifel, Ardennen und Vogeſen, aber auch des Harzes; außerdem aber auch in der Braunkohlenformation am Quegſtein im Siebengebirge (nach Nöggerath).

3) Abarten: 1) Der Kieſelſandſtein, bei welchem eckige, oft kryſtalliniſche Quarzkörner von Hirſekorn- bis Erbſengröße in einem kieſeligen Bindemittel liegen. Beträchtliche Ablagerungen in der Grauwacke, z. B. am Harz, in der Kohlenformation Schottlands, im Buntſandſteine der Vogeſen, im Quaderſandſteine am Nordrande des Harzes, in Sachſen und Böhmen und in der Braunkohlenformation, z. B. am Siebengebirge bildend. —

2) Lyditbreccie (Kieſelſchieferconglomerat, Phthanitbreccie), bei welcher in einem kieſeligen oder thonigkieſeligen, harten, funkenſprühenden Bindemittel nußgroße, eckige und abgerundete Trümmer von ſchwarzem Kieſelſchiefer liegen. — In der Grauwackeformation am Harze und im Voigtlande zwiſchen Plauen und Roſenthal.

§. 232. 73. Flintbreccie. (Flintconglomerat, Puddingſtein).

1) Beſtand: In einem ſehr harten, am Stahle ſtark funkenden, hornſtein- oder feuerſteinähnlichen Bindemittel liegen feſt verkittet haſelnuß- bis fauſtgroße Gerölle von ockergelbem, braunem oder ſchwarzem Flint (Feuerſtein).

2) Vorkommen: In der Silurformation Englands, z. B. in Herefordſhire.

74. Arkoſe. §. 233.

(A. Brongniart's; feldſpathhaltige Kieſelbreccie Walchner's; Feldſpathpſammit; Kaolinſandſtein z. Th.).

1) Beſtand: In einem graulichweißen, ſeltner röthlichen, ſich wie Chalcedon oder wie Hornſtein verhaltenden Bindemittel liegen eckige Körner und größere Stücken von meiſt graulichweißem Quarz und von röthlichweißem bis weißrothem, friſchem oder kaolinartigem Orthoklas, oft auch friſche Orthoklaskryſtalle und Glimmerblättchen.

a. Das Bindemittel erſcheint oft auch kaoliniſch oder thonartig und ruft dadurch Uebergänge in wahren Kaolinſandſtein hervor. Hie und da fehlt auch daſſelbe faſt ganz, ſo daß das Geſtein ein loſes Aggregat von Quarz- und Feldſpathſtückchen mit beigemengten weißen oder ſchwarzbraunen Glimmerblättchen bildet, ganz ähnlich, wie man es in mehr oder minder mächtigen Ablagerungen am Fuße der Granit- und Gneißberge — z. B. bei Altenſtein und Ruhla am Thüringer Walde — findet. Jedenfalls iſt die Arkoſe ein aus der Zerſetzung des Granites oder Gneißes entſtandenes Geſtein. Man denke ſich einen Granit- oder Gneißgrus, welcher durchzogen wird von einem viel Kieſelſäure haltigen Waſſer, deſſen Kieſelſäure bei ihrer Erſtarrung die einzelnen Quarz- und Feldſpathſtückchen mit einander verkittet, — ſo hat man eine wahre Arkoſe.

In der Gegend von Charolles, Autun, Semur, Avallon und Auxerre lagert die Arkoſe auf Granit. Die den Granit durchſetzenden, vorherrſchend aus Quarz, Hornſtein und Chalcedon beſtehenden Erzgänge verbreiten ſich auch in der Arkoſe nach allen Richtungen hin und durchdringen ihre Maſſe ſo, daß die Quarz- und Feldſpathſtückchen derſelben von dem Hornſtein und Chalcedon jener Gänge ganz gleichmäßig verkittet erſcheinen. In dieſem Falle kann man nichts anderes annehmen, als daß die jetzt in der Form von Gängen auftretenden Quarzarten die Abſätze von Mineralquellen ſind, welche aus dem Granite in die Höhe ſtiegen und die darüber lagernden Verwitterungsproducte des Granites gleichmäßig durchſinterten. Noch wahrſcheinlicher wird dieſe Anſicht Rozet's durch die faſt reinen Lagen von Hornſtein, welche hie und da zwiſchen der Arkoſe auftreten.

b. Statt des Feldſpathes treten oft zahlreiche Kaolinkörner, ja ſelbſt Granitbrocken im Gemenge der Arkoſe auf (ſo im Steinkohlengebirge von Rheinbayern).

2) Zufällige Beimengungen: Die Arkoſe der Bourgogne enthält derb oder eingeſprengt oder auch in Druſen Bleiglanz, Eiſenkies, Kalk-, Fluß- und Barytſpath; und in der Gegend von Nontron im weſtlichen Centralfrankreich kommen Nontronit, Halloyſit, Glanzeiſenerz und Manganerze in ihr vor.

3) Uebergänge zeigt die Arkoſe einerſeits in Kieſelſandſtein, andererſeits in Kaolinſandſtein (vgl. denſelben in Nr. 81).

4) Lagerungsverhältniſſe und Hauptlagerorte: Die Arkoſe, welche ſich mehr oder minder deutlich in Schichten abgetheilt zeigt, und in der Regel in der Nähe granitiſcher Geſteine lagert, iſt bis jetzt in mehreren Formationen von verſchiedenem Alter aufgefunden worden.

In der Auvergne kommt sie von der Steinkohlenformation an bis in das Tertiärgebiet vor; in Rheinbayern bildet sie beträchtliche Ablagerungen im Steinkohlengebirge; in den Vogesen (bei la Poirie); am Schwarzwalde bei Waldshut; am südlichen Abhange des Thüringer Waldes bei Liebenstein bildet sie hie und da unmittelbar auf Granit lagernd die unterste Lage des Buntsandsteines; in der Bourgogne erscheint sie mächtig entwickelt als unterstes Glied der Liasformation.

§. 234. 75. Grauwacke. (Thonschieferconglomerat).

1) Bestand: Die Grundmasse ist ein von Kieselsäure durchdrungener, sehr fest und hart gewordener Thonschiefer- oder auch oft Thonschlamm, welcher theils durch beigemischtes Eisenoxyd ockergelb oder rothbraun, am meisten aber durch fein zertheilte Anthracitstäubchen heller oder dunkler grau gefärbt ist und diesem nach der Bestandesmasse des Thonschiefers entspricht.

2) Abarten: Je nachdem nun in dieser Grundmasse gröbere oder kleinere Gesteinstrümmer, Sandkörner, Thonschiefer- oder Glimmerblättchen eingekittet sind, unterscheidet man von der Grauwacke folgende Varietäten:

a. Eigentliche oder dichte Grauwacke: Eine ganz gleichartig aussehende, sehr feste und zähe, meist dunkelgrau gefärbte Masse, welche vorherrschend aus einem innigen und gleichmäßigen Gemische von verkieseltem Thonschieferschlamme und Kiesel- oder Quarzpulver besteht.

b. Finden sich in diesem Gemische ein:

1) zahlreiche Glimmerschüppchen und Quarzkörnchen, so wird die eigentliche Grauwacke zum Grauwackeschiefer und — bei zunehmendem Thonschieferschlamm — zum eigentlichen Thonschiefer;

2) zahlreiche gröbere Quarz- und Feldspathkörner, so wird die eigentliche Grauwacke zum Grauwackesandstein;

3) zahlreiche gröbere Gerölle von Quarz, Kieselschiefer, und auch nicht selten von Urthon-, Glimmerschiefer, Gneiß und Granit, sowie Feldspathkörner und auch wohl Glimmerblätter, so wird aus der dichten Grauwacke Grauwackeconglomerat.

Die Conglomerate und Sandsteine der Grauwacke sehen oft dem Conglomerate und Sandsteine des Grauliegenden in der Zechsteinformation sehr ähnlich, unterscheiden sich aber, abgesehen von ihren Ablagerungsgebieten, schon dadurch von dem letzteren, daß sie nicht in Säuren aufbrausen und auch beim Uebergießen mit Salzsäure nicht zerfallen.

3) Ablagerungsgebiete: Die verschiedenen Abarten der Grauwacke sind in Verbindung mit Thonschiefer das Hauptbildungsmaterial der in allen massigen Gebirgsgebieten (— z. B. in den Ostalpen, Böhmen, Fichtelgebirge, Voigtland, Frankenwald, Harz, Westphalen und im rheinischen Schiefergebirgsland —) verbreiteten Silur-, Devon- und Culmformation.

Anhang. In der Provinz Minas Geraes in Brasilien bildet die Tapanhoancanga eine 1—3 Meter mächtige weit verbreitete Decke auf Schiefergesteinen. Dieses, — Gold, Diamant, Topas, Rutil, Olivin

und Amethyſt zufällig, aber oft in großer Menge umſchließende, — Geſtein iſt eine Breccie, welche in einem theils aus kryſtalliniſchem Rotheiſenerz, theils aus erdigem Eiſenocker beſtehenden Bindemittel zoll- bis fußgroße, vorherrſchend eckige, Trümmer von Eiſenglimmerſchiefer, Eiſenglanz, Brauneiſenerz und Magneteiſenerz enthält.

2. Sippe: **Ganz klaſtiſche hydrogene Conglomerate und Sandſteine.**

Allgemeiner Charakter und Eintheilung. — Alle hierher gehörigen §. 235.
Geſteine ſind ausgezeichnet durch ein erdiges, aus einer erhärteten klaſtiſchen, alſo aus unkryſtalliniſcher Mineralſubſtanz beſtehendes, Bindemittel. Da nun unter den unkryſtalliniſchen Zerſetzungsproducten der Felsarten nur Thon, Mergel, Kalk und Brauneiſenſtein ſchlämmbar ſind, ſo bilden auch dieſe eben genannten Mineralſubſtanzen, oft im Verbande mit kohligen oder bituminöſen Stoffen, in den allermeiſten Fällen das Bindemittel der hierher gehörigen Felsarten, welche man daher eben je nach dieſem Bindemittel in thonige, mergelige, kalkige und eiſenockerige klaſtiſche Geſteine eintheilen kann. Je nach der Größe der in dieſen Bindemittelarten eingekitteten Felstrümmer kann man nun weiter dieſe Sippe von klaſtiſchen Geſteinen eintheilen: in Sandſteine, deren Bindemittel hirſe- bis erbſengroße, namentlich aus Quarz beſtehende, Steinkörner umſchließt, und in Conglomerate, deren Bindemittel Steintrümmer von wenigſtens Haſelnußgröße enthält. Da nun aber die in dieſen Felsarten auftretenden Geſteinstrümmer durch Waſſer zuſammengefluthet ſind, ſo wird ein hierher gehöriges Conglomerat in ſeiner Maſſe um ſo verſchiedenartigere Felsgerölle enthalten, je weiter ſich ſein Ablagerungsort von derjenigen Felsart befindet, welche mit ihren Trümmern die Materialien zu ſeiner Bildung geliefert hat und je verſchiedenartiger ihren Geſteinen nach diejenigen Gebirge ſind, welche den ihnen enteilenden Fließwaſſern ihre Trümmer zum Transport überliefert haben oder auch: je mehr Fließwaſſer aus verſchiedenen, ihren Geſteinen nach ebenfalls ganz unähnlichen, Gebirgsgebieten das Material zur Bildung eines ſolchen Conglomerates zuſammengefluthet haben. Nur wenn ein ſolches Conglomerat in der nächſten Umgebung ſeiner Mutterfelsart lagert, oder auch, wenn die ſeine Bildungsmaſſen zuſammenfluthenden Gewäſſer aus Gebieten von einer und derſelben geognoſtiſchen Zuſammenſetzung gekommen ſind, nur dann wird es Trümmer von einer und derſelben Geſteinsart umſchließen.

Alles dieſes vorausgeſetzt, kann man demnach die Conglomerate wieder eintheilen: 1) in einfache Conglomerate, deren Bindemittel vorherrſchend nur Trümmer von einer einzigen Geſteinsart umſchließt, und 2) in gemengte Conglomerate, deren Bindemittel Trümmer von zwei- bis vielerlei Geſteinsarten enthält. Zwiſchen dieſen beiden Sippen iſt indeſſen in den meiſten Fällen keine beſtimmte Grenze zu ziehen, da oft in einer und derſelben Ablagerung Uebergänge nicht bloß von gemengten und einfachen Conglomeraten, ſondern auch von Conglomeraten und Sandſteinen vorkommen. Man kann daher nur im Allgemeinen je nach der an Menge vorherrſchenden Trümmerart ein Conglomerat

§. 223. α. Der halb-klastische Mergel ist härter und fester als der ganz klastische; seine Härte = 3—3,5. Seine Masse erscheint namentlich bei starkem Kalkgehalte unter der Loupe etwas krystallinisch-körnig oder sandig-körnig; ist sie aber von Kieselsäure durchdrungen, dann sieht sie nicht selten hornsteinartig aus. Ist seine Thonmasse ganz mit Kalkcarbonat übersättigt, dann scheiden sich aus ihr Nester und Drusen von körnigem oder krystallisirtem Kalkspath aus, welche oft die Mergelmasse nach allen Richtungen durchziehen und alle in ihr befindlichen Höhlungen mit oft blendenden Krystallgruppen ausfüllen (— z. B. im Keuper am Moseberg bei Eisenach). Dasselbe ist auch der Fall mit der in der Mergelmasse vorkommenden überschüssigen Kieselsäure, welche in den Höhlungen des Mergels häufig prächtige Bergkrystallgruppen bildet, aber auch in kleinen, vollständig ausgebildeten Quarzdoppelpyramiden die Mergelmasse so durchzieht, daß sie porphyrisch aussieht (z. B. an der Michelskuppe bei Eisenach). Diese halb- oder krystallinisch-klastischen Kalk- und Dolomitmergel kommen — z. B. bei Eisenach — hauptsächlich in der oberen Abtheilung der Keuperformation vor. Man kann sie künstlich darstellen, wenn man einen in der Austrocknung begriffenen Thon so lange mit einer Lösung von doppelt kohlensaurem Kalk versetzt als der Thon noch von dieser Lösung in sich aufsaugen kann. Hat man indessen einen ganz vollständig ausgetrockneten, steinharten, nach allen Richtungen hin zersprungenen Thonknollen in dieser Weise mit einer Kalklösung versetzt, so saugt er nur wenig Kalk auf und es bilden sich in allen seinen Spalten Kalkspathadern, so daß zuletzt der Thonknollen mehr oder weniger von einem Kalkspathnetz durchzogen erscheint. (Sollten nicht die Septarienknollen in dieser Weise entstehen?)

β. Die ganz klastischen, aus einem innigen Gemenge von Thon- und Kalkschlamm gebildeten, Mergel haben ein mürbes, pulverig- oder feinsandig-erdiges Gefüge und eine Härte = 2—2,5 und zeigen nur selten krystallinische Kalkspath- oder Quarz-Ausscheidungen. Nur dann, wenn ihre Massen die Wände eines Moor- oder Torfbeckens bilden und die, mit gein- oder quellsaurem Ammoniak beladene, Torfbrühe den von ihr durchzogenen Mergelmassen ihren Kalkgehalt raubt und dann bei ihrer Zersetzung den geraubten Kalkgehalt in den Klüften der thongewordenen Mergelmasse wieder absetzt, — nur dann zeigen diese ganz klastischen sich von Kalkspathadern durchzogen.

3) Beimengungen und Umwandlungen des Mergels: Außer Kalk-, Braun- oder Eisenspath und den oben schon erwähnten Berg- und Quarzkrystallen machen sich in den Massen des Mergels namentlich Eisenkiese, — sowohl Pyrit wie Markasit, — bemerklich. Bisweilen sind die ganz klastischen Mergel so von kleinen Markasitputzen durchzogen, daß ihre ganze Masse metallisch glitzert. Wenn nun diese Eisenkiese verwittern, so bildet sich Eisenvitriol. Sobald sich dieser im Wasser gelöst hat, entsteht zwischen ihm und dem Kalkcarbonat des Mergels ein Umtausch der Säuren, in Folge dessen aus dem Kalkcarbonate Gyps und aus dem Eisenvitriol Eisenspath wird. War nun vorher eine Mergelmasse ganz von Eisenkies durchzogen, so wird sie nun durch

den eben erwähnten Proceß in gemeinen, von Eiſenſpath durchdrungenen und von Gypsſpathadern und Lagen durchzogenen, Thon oder ſogenannten Thongyps oder Gypsmergel umgewandelt erſcheinen. Indem ſich nun aber der dieſem Thone innig beigemiſchte Eiſenſpath in allen denjenigen Thonlagen, welche der Luft ausgeſetzt ſind, höher oxydirt, ſo wird die Maſſe des Thones allmählich von unten nach oben in blaugrüne, ockergelbe und braunrothe Lagen abgetheilt, wie man an den ſogenannten bunten Gypsmergeln der Buntſandſtein- und Keuperformation Thüringens (z. B. bei Eiſenach und ausgezeichnet ſchön bei Langenſalza) bemerken kann.

Einen merkwürdigen Einfluß übt die Pflanzenwelt auf die Umwandlung des Mergels in gemeinen Thon aus. Iſt nemlich eine Mergelablagerung mit einer lebenden Pflanzendecke verſehen, ſo bildet ſich aus den alljährig abſterbenden Pflanzenreſten unaufhörlich Kohlenſäure und Waſſer. Indem nun das Waſſer abwärts zu den Mergelablagerungen gelangt, entwickelt es aus dieſen unaufhörlich löslichen kohlenſauren Kalk, welchen dann die Wurzeln der lebenden Pflanzen gierig auffaugen. Findet dieſer Einfluß der Pflanzendecke Jahrhunderte hindurch ſtatt, ſo wird hierdurch eine Mergelablagerung ebenfalls in gemeinen Thon umgewandelt, es iſt mithin alsdann die Mergelablagerung „ausgemergelt“, wie der Landwirth zu ſagen pflegt.

4) Die Ablagerungsgebiete finden ſich in allen, aus Sand- und Kalkſteinen gebildeten, Formationen der Erdrinde. Die bunten Mergel, Gyps- und Dolomitmergel zeigen ſich vorherrſchend in der Zechſtein-, Buntſandſtein und Keuperformation im Verbande mit Dolomit, Gyps, Thon und auch wohl Steinſalz; die dunklen bituminöſen Mergel dagegen treten vorherrſchend in der Zechſtein- und Liasformation auf, während die hellgefärbten Kalkmergel namentlich im Gebiete des oberen Jura und der Kreide zu finden ſind.

66. Rogenſtein. §. 224.

(Oolith zum Theil; der Namen iſt entlehnt von der Aehnlichkeit des Geſteines mit verſteinten Fiſcheiern oder Fiſchrogen).

1) Beſtand: Hirſekorn- bis erbſengroße, — in der Regel aus kryſtalliniſchem, oft aber auch aus dichtem, mergeligem Kalk beſtehende, Kügelchen (Sphärolithe) erſcheinen in oft ſehr großer Menge zuſammengekittet durch ein mergeliges, ſeltner kalkiges oder eiſenockeriges Bindemittel.

1) Die einzelnen Kügelchen ſind entweder kryſtalliniſcher oder klaſtiſcher Natur. Die erſteren beſtehen entweder aus concentriſchen Schalen, deren jede aus ſtrahlig geſtellten Aragonitnädelchen zuſammengeſetzt iſt, oder aus ſtrahlig, von einem im Mittelpunkte der Kügelchen befindlichen Steinkerne, abgehenden Aragonitnädelchen, bisweilen aber auch aus einem körnigen Gemenge von rhomboëdriſchen Kalkkörnchen. Die klaſtiſchen Kügelchen dagegen beſtehen aus einem dichten oder ſandigkörnigen Kalk- oder Mergelſchlamme, wie man deutlich bei der Auflöſung dieſer Kügelchen in Salzſäure bemerken kann.

2) Das Bindemittel dieſer Kügelchen iſt ſtets klaſtiſch und beſteht vorherrſchend aus erhärtetem Mergelſchlamm, ſeltner aus reinem Kalk, bisweilen aber auch aus eiſenſchüſſigem Thon oder Thoneiſenerz.

2) Abarten: Wie beim Mergel, zu welchem man auch wohl die Rogenſteine rechnen darf, ſo kann man auch bei dieſen letzteren halb-klaſtiſche, deren Kügelchen aus kryſtalliniſchem Kalke beſtehen, und ganz-klaſtiſche, deren Kügelchen aus einem erhärteten, dichten oder feinſandigkörnigen Kalk- oder Mergelſchlamme beſtehen, unterſcheiden.

Bergrath Gümbel theilt die Rogenſteine ein:

1) in Extooolithe, welche durch Incruſtation von Innen nach Außen entſtanden ſind, und

2) in Entooolithe, hohle Oolithenkugeln, welche dadurch entſtanden ſind, daß ſich Kalk um eine hohle Blaſe abgeſetzt hat und entweder nur eine Rinde um dieſelbe herum bildete oder auch das Innere der Blaſe ausfüllte.

Erfahrung: Der Verfaſſer fand nach einem Gewitter, bei welchem der Regen in großen Tropfen niedergeſtürzt war, an dem Watzmann bei Berchtesgaden auf einer pulverigen Kalkablagerung, wie ſie von den Gehängen dieſes Berges in bedeutender Mächtigkeit bergab ziehen, zahlloſe, faſt erbſengroße, Kalkkugeln, welche inwendig theils hohl, theils mit Waſſer erfüllt waren und im Sonnenſcheine raſch abtrockneten und feſt wurden. Am unteren Rande einer dieſer Kalkpulver-Ablagerungen fand er dann auch ſolche hohle Kalkkugeln in erhärtetem Kalkſchlamm eingekittet. Später beobachtete er dieſelbe Erſcheinung in noch bedeutenderer Mächtigkeit und ſchönerer Entwickelung am Solſtein bei Innsbruck. Dieſe Erſcheinung hat ihn dann zu dem Gedanken geleitet, daß vielleicht auch die ganz klaſtiſchen Rogenſteine in ähnlicher Weiſe entſtanden ſein könnten.

3) Ablagerungsgebiete: Obgleich auch ſchon in den Uebergangsformationen (z. B. auf der Inſel Gothland bei Grötlingbo und in Norwegen bei Chriſtiania) Rogenſteinlager vorkommen, ſo iſt doch als ihr Hauptablagerungsgebiet die Formation des Zechſteins (z. B. bei Soden am Speſſart, bei Stadtberg in Weſtphalen), des Buntſandſteins (z. B. bei Winnrode und Wolfenbüttel, ſowie zwiſchen Sandersleben, Bernburg, Blankenburg am Nordrande des Harzes) und des mittleren Jura (z. B. am Schweizer Jura und von da über Baſel zum Breisgau, wo unter anderen der Rogenſtein den 2000 Fuß hohen Schönberg bei Freiburg zuſammenſetzt).

§. 225. 67. Kalktuff.

(Tuff- oder Duckſtein, Alben, Alm, Travertin).

1) Beſtand: Sandigkörnige, dichte oder feinerdige oder auch poröſe, blaſige, röhrige oder aus concentriſch ſchaligen Lagen beſtehende Kalkmaſſe von gelblicher, weißer, grauer oder brauner Farbe. Theils feſt, theils zerreiblich; häufig Körpertheile von Sumpf- und Süßwaſſer- oder auch Landpflanzen, ebenſo von Sumpf- und Süßwaſſerthieren, namentlich von Schnecken, Phryganeen und Cruſtaceen, aber auch von Landthieren

(z. B. von Urochſen, Elen- und Hirſchthieren, Mammuth u. ſ. w.) einſchließend.

2) Abarten: Auch vom Kalktuff ſind je nach ſeiner Bildungsweiſe drei Abarten zu unterſcheiden, nemlich

a. kryſtalliniſcher Kalktuff (Travertin), welcher durch kryſtalliniſche Abſcheidungen von im Waſſer gelöſtem doppelt-kohlenſaurem Kalk entſtanden iſt und noch da entſteht, wo Bäche und Quellen aus bewaldeten Kalkbergen hervortreten, und ſich durch ſein, oft marmorähnliches, kryſtalliniſches, eckig- oder rundkörniges Gefüge und ſeine größere Feſtigkeit auszeichnet. Berühmt ſind ſeine Lager in den Abruzzen z. B. bei Tivoli, Viterbo, wo er Leucite einſchließt, und Ascoli, wo er 300 Fuß hohe Felſen bildet;

b. halb-klaſtiſcher Kalktuff, ein Gemenge von feinen Kryſtallkörnern mit Kalkſchlamm; feinſandig-erdig, aber feſt, voller Poren und Röhren incruſtirter Pflanzentheile. In ehemaligen Seebecken und an den Ufern von Flüſſen, welche aus Kalkbergen kommen und nicht bloß gelöſten Kalk, ſondern auch Kalkſchlamm zuführen;

c. ganz-klaſtiſcher Kalktuff, welcher in alten, rings von kahlen Kalkbergen oder Mergelablagerungen umgebenen, Seebecken lagert und erdigdicht, weich, mürbe und zur Schiefer- und Plattenbildung geneigt iſt.

3) Die Ablagerungsgebiete des Kalktuffes befinden ſich vorherrſchend im Gebiete der Kalkformationen, namentlich in den von Fließwaſſern durchzogenen und mit Seen bedeckten Muldenthälern zwiſchen den Kalkbergen.

68. Kreide. §. 226.

1) Beſtand: Weiche, milde, erdige, ganz unkryſtalliniſche, vorherrſchend weiße, indeſſen oft auch gelbliche oder graue Maſſe, welche im reinen Zuſtande abfärbt, ſchreibt, ſich in Salzſäure unter ſtarkem Aufbrauſen ganz auflöſt und demnach ſcheinbar aus kohlenſaurem Kalk beſteht, aber unter dem Mikroſkope bei ſehr ſtarker Vergrößerung als ein Aggregat von kleinen Organismengehäuſen und Kalkſcheibchen erſcheint.

1) Ihrem Aeußeren nach gleicht die reine Kreide dem Pfeifenthon oder Kaolin, unterſcheidet ſich aber von ihm durch ihr Verhalten gegen Säuren.

2) Ihrem Hauptbeſtande nach müßte die Kreide in die IV. Claſſe 1. Ordnung der Felsarten, nemlich zu den Zoogeniten gezählt werden, da ſie aber durch ihre phyſiſchen und chemiſchen Eigenſchaften ſich dem kohlenſauren Kalke anſchließt, ſo wird ſie gewöhnlich zu den mineraliſchen Geſteinen gerechnet.

3) Unter den Organismengehäuſen, aus welchen die Maſſe der Kreide vorherrſchend beſteht, machen ſich am meiſten bemerklich die Foraminiferen-Geſchlechter Globigerina, Planulina, Rosalina, Rotalia und Textilaria; außerdem kommen auch in ihr vereinzelte Kieſelpanzer von Diatomeen vor.

4) Die zwiſchen den Foraminiferen-Gehäuſen in der Kreide vorkommenden, oft zahlreichen, äußerſt (0,0047 bis 0,012 mm.) kleinen, concav-convexen Kalkſcheibchen, welche auch noch gegenwärtig in dem Tiefſee-

§. 226. ſchlamm gefunden werden (vergl. Fig. 57 S. 182), hält man gewöhnlich für Urthierformen, hat ſie Coccolithen genannt und als Diskolithen (einfache runde Scheibchen) und als Cyatholithen (zwei Scheibchen, welche durch einen kurzen, axillaren Querſtiel verbunden ſind) unterſchieden, während man ihre Verbindungen zu rundlichen Klümpchen Coccoſphären benannt hat.

2) Beimengungen der Kreide: Die Maſſe der Kreide erſcheint ſehr oft verunreinigt durch mehr oder minder viel Thon, wodurch dieſelbe härter wird, nicht mehr ſchreibt und den Kreidemergel bildet, ferner durch zahlreiche Glaukonitkörnchen, wodurch dieſelbe grün und zur glaukonitiſchen Kreide wird; ferner durch Eiſenoxyd, welches ſie röthlich färbt; ferner durch kleine Korallenſtückchen (bei der ſogenannten Korallenkreide); endlich am meiſten durch große und kleine Feuerſteinknollen, welche auch für ſich allein bedeutende parallel ziehende Lagen zuſammenſetzen und dadurch die gewöhnlich undeutlich geſchichtete Kreide in Schichtmaſſen abtheilen.

3) Außer den eben angegebenen und durch Beimengungen herbeigeführten Abarten der Kreide iſt hier noch zu erwähnen: der namentlich am Petersberge bei Maaſtricht ſtark entwickelte, gelbgraue, zerreibliche Kreidetuff, welcher als ein Aggregat von zertrümmerten Conchylien, Foraminiferen, Bryozoen, Korallen u. ſ. w. zu betrachten iſt.

4) Ablagerungsgebiete: Die Kreide bildet mit ihren Abänderungen bedeutende, meiſt undeutlich geſchichtete, in prallen, klippigen Felsmaſſen auftretende, Ablagerungen das oberſte Glied der Kreideformation (Senonbildung d'Orbigny's).

1) In England: an der Inſel Wight, wo ſie die berühmten Undercliffs bildet; dann an der ganzen Südküſte Englands von Dover bis Devonſhire; dann im Landſtriche öſtlich und ſüdlich von Flamborough-Head in Yorkſhire bis Bowey in Devonſhire, Norfolk u. ſ. w.

2) In Frankreich: im Departement der Somme, Oiſe, untern Seine, Aisne, Marne, Aube und Ardennen.

3) In Belgien: bei Maaſtricht.

4) In Deutſchland: bei Aachen (Kreidetuff); an der Oſtſee auf der Inſeln Rügen (namentlich an der 400 Fuß hohen Stubbenkammer); und auf Seeland.

5) In Rußland: am Donetz.

6) In Nordamerika: im Gebiete längs des atlantiſchen Oceans von New-Jerſey bis Südcarolina; dann an den Abhängen des Felſengebirges von Texas bis zur Mündung des Mackenzie hin.

7) Auch in Aſien und Afrika.

2. Gruppe: Gemengte hydrogene klaſtiſche Geſteine.

Charakter: Größere oder kleinere Felstrümmer oder Sandkörner ſind durch ein Bindemittel verkittet, welches theils aus einer kryſtalliniſchen Mineralart, theils aus einem erhärteten Erdſchlamme beſteht.

1. Sippe: **Halbklaſtiſche** (hemiklaſtiſche oder kryſtalliniſch-klaſtiſche) **hydrogene Conglomerate und Breccien.**

Allgemeiner Charakter: Die hierher gehörigen klaſtiſchen Geſteine haben ein Bindemittel, welches dadurch entſtanden iſt, daß Waſſer die in ihm gelöſten Mineralſubſtanzen bei ſeiner Verdunſtung ſo lange zwiſchen Steintrümmern abſetzte, bis ſie alle Räume zwiſchen den letzteren vollſtändig ausfüllten und ſo die einzelnen Steintrümmer unter einander zum zuſammenhängenden Ganzen verkitteten. §. 227.

Dieſe Sippe von klaſtiſchen Geſteinen entſteht noch gegenwärtig überall da, wo Fließwaſſer mit gelöſtem Kalk, Gyps oder auch Steinſalz zwiſchen Ablagerungen von Geröllen hinrieſeln und während ihres Durchrieſelns ihr Waſſer durch Verdunſtung verlieren. Selbſt das Waſſer für ſich allein vermag ſchon Conglomerate und Sandſteine zu ſchaffen, wenn es zwiſchen Steingeröllen zu Eis erſtarrt. Das auf dem ſteinigen Boden von Flüſſen entſtehende Grundeis bildet mit den Geröllen, Geſchieben und Sand ein wahres Eisconglomerat, deſſen Bindemittel aus den ſchönſten Eiskryſtallen zuſammengefügt iſt. Am häufigſten jedoch bildet der aus wäſſerigen Löſungen ſich abſcheidende kryſtalliniſche kohlenſaure Kalk und die hornſtein- oder opalartige, amorphe Kieſelſäure das Bindemittel der hierher gehörigen Conglomerate. Man kann dieſe letzteren abtheilen in Conglomerate mit kalkſpathigem und in Conglomerate mit kieſeligem Bindemittel.

a. Conglomerate und Breccien mit kalkſpathigem Bindemittel.

69. Kalkſteinbrreccie. (Kalkſteinconglomerat). §. 228.

1) Beſtand: In einem weißlichgrauen, bisweilen auch ockergelben oder rothbraunen, aus ſpäthigem oder dichtem, Kalke oder auch aus Dolomit beſtehenden Bindemittel liegen eckige und abgerundete Trümmer von grauem oder gelblichem Kalkſteine.

2) Lagerorte: Dieſe Breccie iſt ein ſecundäres Gebilde, welches ſich noch gegenwärtig da bildet, wo Waſſer mit gelöſtem doppelt-kohlenſaurem Kalk Ablagerungen von Kalkſteinen durchrieſelt, z. B. am Mittelmeere zwiſchen Genua und Nizza, bei St. Victorie unweit Aix in der Provence, in den Kalkalpen ꝛc. Sie kommt aber auch ſchon bisweilen in mächtigen Ablagerungen in den älteren Formationen vor, z. B. in dem Gebiete des Uebergangskalkſteins im Fichtelgebirge zwiſchen Köſtenberg und Unter-Leupoldsberg; in der Zechſteinformation bei Eppichnellen unweit Eiſenach; im Muſchelkalke bei Eiſenach in einer Kluft zwiſchen oberem und unterem Muſchelkalk.

70. Dolomitbreccie. (Eigentliche Rauchwacke). §. 229.

1) Beſtand: In einem kryſtalliniſchen oder auch dichten Kalkbindemittel, bisweilen aber auch in feſt gewordenem erdigem Kalkſchlamme liegen Bruchſtücke von Dolomit oft ſo zahlreich, daß das Bindemittel nur noch dünne Wände zwiſchen den Trümmern bildet. Gelblichgrau, braunroth bis rauchgrau; oft porös und zellig.

2) Vorkommen: namentlich in der Zechſteinformation Thüringens, z. B. bei Thal und Eppichnellen unweit Eiſenach; in Heſſen bei Riechelsdorf; außerdem in den venetianiſchen Alpen bei Recoaro.

§. 230. 71. Stinkſteinbreccie.

1) Beſtand: Scharfkantige Stinkſteintrümmer liegen in einem kryſtalliniſchen Aragonit- oder auch dichten Dolomitcäment. Rauchgrau oder gelblich.

2) Vorkommen: In der Zechſteinformation Thüringens Klüfte im Dolomite ausfüllend, z. B. bei Eppichnellen unweit Eiſenach und bei Wimmelburg und Sangerhauſen; außerdem in England an der Küſte von Durham.

b. Conglomerate und Breccien mit kieſeligem Bindemittel.

§. 231. 72. Quarz- und Lydibreccie. (Kieſelbreccie).

1) Beſtand: In einem kieſeligen, graulichen, ockergelben oder braunrothen, äußerſt harten, am Stahle funkenden, Bindemittel liegen eckige und abgerundete, graulichweiße, hornfarbige oder rothbraune Quarzgerölle eingekittet.

2) Vorkommen: Vorherrſchend in der ſiluriſchen und devoniſchen Grauwackeformation Böhmens, der Eifel, Ardennen und Vogeſen, aber auch des Harzes; außerdem aber auch in der Braunkohlenformation am Quegſtein im Siebengebirge (nach Nöggerath).

3) Abarten: 1) Der Kieſelſandſtein, bei welchem eckige, oft kryſtalliniſche Quarzkörner von Hirſekorn- bis Erbſengröße in einem kieſeligen Bindemittel liegen. Beträchtliche Ablagerungen in der Grauwacke, z. B. am Harz, in der Kohlenformation Schottlands, im Buntſandſteine der Vogeſen, im Quaderſandſteine am Nordrande des Harzes, in Sachſen und Böhmen und in der Braunkohlenformation, z. B. am Siebengebirge bildend. —

2) Lydibreccie (Kieſelſchieferconglomerat, Phthanitbreccie), bei welcher in einem kieſeligen oder thonigkieſeligen, harten, funkenſprühenden Bindemittel nußgroße, eckige und abgerundete Trümmer von ſchwarzem Kieſelſchiefer liegen. — In der Grauwackeformation am Harze und im Voigtlande zwiſchen Plauen und Roſenthal.

§. 232. 73. Flintbreccie. (Flintconglomerat, Pudbingſtein).

1) Beſtand: In einem ſehr harten, am Stahle ſtark funkenden, hornſtein- oder feuerſteinähnlichen Bindemittel liegen feſt verkittet haſelnußbis fauſtgroße Gerölle von ockergelbem, braunem oder ſchwarzem Flint (Feuerſtein).

2) Vorkommen: In der Silurformation Englands, z. B. in Herefordſhire.

74. Arkose. §. 233.

(A. Brongniart's; feldspathhaltige Kieselbreccie Walchner's; Feldspathpsammit; Kaolinsandstein z. Th.).

1) Bestand: In einem graulichweißen, seltner röthlichen, sich wie Chalcedon oder wie Hornstein verhaltenden Bindemittel liegen eckige Körner und größere Stücken von meist graulichweißem Quarz und von röthlichweißem bis weißrothem, frischem oder kaolinartigem Orthoklas, oft auch frische Orthoklaskrystalle und Glimmerblättchen.

a. Das Bindemittel erscheint oft auch kaolinisch oder thonartig und ruft dadurch Uebergänge in wahren Kaolinsandstein hervor. Hie und da fehlt auch dasselbe fast ganz, so daß das Gestein ein loses Aggregat von Quarz- und Feldspathstückchen mit beigemengten weißen oder schwarzbraunen Glimmerblättchen bildet, ganz ähnlich, wie man es in mehr oder minder mächtigen Ablagerungen am Fuße der Granit- und Gneißberge — z. B. bei Altenstein und Ruhla am Thüringer Walde — findet. Jedenfalls ist die Arkose ein aus der Zersetzung des Granites oder Gneißes entstandenes Gestein. Man denke sich einen Granit- oder Gneißgrus, welcher durchzogen wird von einem viel Kieselsäure haltigen Wasser, dessen Kieselsäure bei ihrer Erstarrung die einzelnen Quarz- und Feldspathstückchen mit einander verkittet, — so hat man eine wahre Arkose.

In der Gegend von Charolles, Autun, Semur, Avallon und Auxerre lagert die Arkose auf Granit. Die den Granit durchsetzenden, vorherrschend aus Quarz, Hornstein und Chalcedon bestehenden Erzgänge verbreiten sich auch in der Arkose nach allen Richtungen hin und durchdringen ihre Masse so, daß die Quarz- und Feldspathstückchen derselben von dem Hornstein und Chalcedon jener Gänge ganz gleichmäßig verkittet erscheinen. In diesem Falle kann man nichts anderes annehmen, als daß die jetzt in der Form von Gängen auftretenden Quarzarten die Absätze von Mineralquellen sind, welche aus dem Granite in die Höhe stiegen und die darüber lagernden Verwitterungsproducte des Granites gleichmäßig durchsinterten. Noch wahrscheinlicher wird diese Ansicht Rozet's durch die fast reinen Lagen von Hornstein, welche hie und da zwischen der Arkose auftreten.

b. Statt des Feldspathes treten oft zahlreiche Kaolinkörner, ja selbst Granitbrocken im Gemenge der Arkose auf (so im Steinkohlengebirge von Rheinbayern).

2) Zufällige Beimengungen: Die Arkose der Bourgogne enthält derb oder eingesprengt oder auch in Drusen Bleiglanz, Eisenkies, Kalk-, Fluß- und Barytspath; und in der Gegend von Nontron im westlichen Centralfrankreich kommen Nontronit, Halloysit, Glanzeisenerz und Manganerze in ihr vor.

3) Uebergänge zeigt die Arkose einerseits in Kieselsandstein, andererseits in Kaolinsandstein (vgl. denselben in Nr. 81).

4) Lagerungsverhältnisse und Hauptlagerorte: Die Arkose, welche sich mehr oder minder deutlich in Schichten abgetheilt zeigt, und in der Regel in der Nähe granitischer Gesteine lagert, ist bis jetzt in mehreren Formationen von verschiedenem Alter aufgefunden worden.

In der Auvergne kommt sie von der Steinkohlenformation an bis in das Tertiärgebiet vor; in Rheinbayern bildet sie beträchtliche Ablagerungen im Steinkohlengebirge; in den Vogesen (bei la Poirie); am Schwarzwalde bei Waldshut; am südlichen Abhange des Thüringer Waldes bei Liebenstein bildet sie hie und da unmittelbar auf Granit lagernd die unterste Lage des Buntsandsteines; in der Bourgogne erscheint sie mächtig entwickelt als unterstes Glied der Liasformation.

§. 234. 75. Grauwacke. (Thonschieferconglomerat).

1) Bestand: Die Grundmasse ist ein von Kieselsäure durchdrungener, sehr fest und hart gewordener Thonschiefer- oder auch oft Thonschlamm, welcher theils durch beigemischtes Eisenoxyd ockergelb oder rothbraun, am meisten aber durch fein zertheilte Anthracitstäubchen heller oder dunkler grau gefärbt ist und diesem nach der Bestandesmasse des Thonschiefers entspricht.

2) Abarten: Je nachdem nun in dieser Grundmasse gröbere oder kleinere Gesteinstrümmer, Sandkörner, Thonschiefer- oder Glimmerblättchen eingekittet sind, unterscheidet man von der Grauwacke folgende Varietäten:

a. Eigentliche oder dichte Grauwacke: Eine ganz gleichartig aussehende, sehr feste und zähe, meist dunkelgrau gefärbte Masse, welche vorherrschend aus einem innigen und gleichmäßigen Gemische von verkieseltem Thonschieferschlamme und Kiesel- oder Quarzpulver besteht.

b. Finden sich in diesem Gemische ein:

1) zahlreiche Glimmerschüppchen und Quarzkörnchen, so wird die eigentliche Grauwacke zum Grauwackeschiefer und — bei zunehmendem Thonschieferschlamm — zum eigentlichen Thonschiefer;

2) zahlreiche gröbere Quarz- und Feldspathkörner, so wird die eigentliche Grauwacke zum Grauwackesandstein;

3) zahlreiche gröbere Gerölle von Quarz, Kieselschiefer, und auch nicht selten von Urthon-, Glimmerschiefer, Gneiß und Granit, sowie Feldspathkörner und auch wohl Glimmerblätter, so wird aus der dichten Grauwacke Grauwackeconglomerat.

Die Conglomerate und Sandsteine der Grauwacke sehen oft dem Conglomerate und Sandsteine des Grauliegenden in der Zechsteinformation sehr ähnlich, unterscheiden sich aber, abgesehen von ihren Ablagerungsgebieten, schon dadurch von dem letzteren, daß sie nicht in Säuren aufbrausen und auch beim Uebergießen mit Salzsäure nicht zerfallen.

3) Ablagerungsgebiete: Die verschiedenen Abarten der Grauwacke sind in Verbindung mit Thonschiefer das Hauptbildungsmaterial der in allen massigen Gebirgsgebieten (— z. B. in den Ostalpen, Böhmen, Fichtelgebirge, Voigtland, Frankenwald, Harz, Westphalen und im rheinischen Schiefergebirgsland —) verbreiteten Silur-, Devon- und Culmformation.

Anhang. In der Provinz Minas Geraes in Brasilien bildet die Tapanhoancanga eine 1—3 Meter mächtige weit verbreitete Decke auf Schiefergesteinen. Dieses, — Gold, Diamant, Topas, Rutil, Olivin

und Amethyſt zufällig, aber oft in großer Menge umſchließende, — Geſtein iſt eine Breccie, welche in einem theils aus kryſtalliniſchem Rotheiſenerz, theils aus erdigem Eiſenocker beſtehenden Bindemittel zoll- bis fußgroße, vorherrſchend eckige, Trümmer von Eiſenglimmerſchiefer, Eiſenglanz, Brauneiſenerz und Magneteiſenerz enthält.

2. Sippe: Ganz klaſtiſche hydrogene Conglomerate und Sandſteine.

Allgemeiner Charakter und Eintheilung. — Alle hierher gehörigen §. 235.
Geſteine ſind ausgezeichnet durch ein erdiges, aus einer erhärteten klaſtiſchen, alſo aus unkryſtalliniſcher Mineralſubſtanz beſtehendes, Bindemittel. Da nun unter den unkryſtalliniſchen Zerſetzungsproducten der Felsarten nur Thon, Mergel, Kalk und Brauneiſenſtein ſchlämmbar ſind, ſo bilden auch dieſe eben genannten Mineralſubſtanzen, oft im Verbande mit kohligen oder bituminöſen Stoffen, in den allermeiſten Fällen das Bindemittel der hierher gehörigen Felsarten, welche man daher eben je nach dieſem Bindemittel in thonige, mergelige, kalkige und eiſenockerige klaſtiſche Geſteine eintheilen kann. Je nach der Größe der in dieſen Bindemittelarten eingekitteten Felstrümmer kann man nun weiter dieſe Sippe von klaſtiſchen Geſteinen eintheilen: in Sandſteine, deren Bindemittel hirſe- bis erbſengroße, namentlich aus Quarz beſtehende, Steinkörner umſchließt, und in Conglomerate, deren Bindemittel Steintrümmer von wenigſtens Haſelnußgröße enthält. Da nun aber die in dieſen Felsarten auftretenden Geſteinstrümmer durch Waſſer zuſammengefluthet ſind, ſo wird ein hierher gehöriges Conglomerat in ſeiner Maſſe um ſo verſchiedenartigere Felsgerölle enthalten, je weiter ſich ſein Ablagerungsort von derjenigen Felsart befindet, welche mit ihren Trümmern die Materialien zu ſeiner Bildung geliefert hat und je verſchiedenartiger ihren Geſteinen nach diejenigen Gebirge ſind, welche den ihnen enteilenden Fließwaſſern ihre Trümmer zum Transport überliefert haben oder auch: je mehr Fließwaſſer aus verſchiedenen, ihren Geſteinen nach ebenfalls ganz unähnlichen, Gebirgsgebieten das Material zur Bildung eines ſolchen Conglomerates zuſammengefluthet haben. Nur wenn ein ſolches Conglomerat in der nächſten Umgebung ſeiner Mutterfelsart lagert, oder auch, wenn die ſeine Bildungsmaſſen zuſammenfluthenden Gewäſſer aus Gebieten von einer und derſelben geognoſtiſchen Zuſammenſetzung gekommen ſind, nur dann wird es Trümmer von einer und derſelben Geſteinsart umſchließen.

Alles dieſes vorausgeſetzt, kann man demnach die Conglomerate wieder eintheilen: 1) in einfache Conglomerate, deren Bindemittel vorherrſchend nur Trümmer von einer einzigen Geſteinsart umſchließt, und 2) in gemengte Conglomerate, deren Bindemittel Trümmer von zwei- bis vielerlei Geſteinsarten enthält. Zwiſchen dieſen beiden Sippen iſt indeſſen in den meiſten Fällen keine beſtimmte Grenze zu ziehen, da oft in einer und derſelben Ablagerung Uebergänge nicht bloß von gemengten und einfachen Conglomeraten, ſondern auch von Conglomeraten und Sandſteinen vorkommen. Man kann daher nur im Allgemeinen je nach der an Menge vorherrſchenden Trümmerart ein Conglomerat

näher bezeichnen. Im Folgenden können deshalb auch nur die wichtigeren, allgemein verbreiteten Arten dieſer Geſteine näher beſchrieben werden.

§. 236. Ueberſicht der ganz klaſtiſchen Geſteinsarten.

Die ganz klaſtiſchen Geſteine erſcheinen nach:

ihrem Bindemittel als:	ihren Gemengtheilen als: Conglomerate und dieſe als: einfache.	gemengte.	Sandſteine.
1) **kaoliniſche** (weiß, thonig riechend).			Kaolinſandſtein mit Quarz- und Feldſpathkörnern, oft auch mit Glimmer.
2) **thonige**, an der Zunge klebende, ſtark thonig riechende und zwar a. gemeinthonige (gelb, ockergelb).		Haſelconglomerat od. Haſelgebirge mit Trümmern von Gyps, Steinſalz, Kalkſtein u. ſ. w. Im Salzgebirge der Kalkalpen.	Thonſandſtein, gelb, auch rothbraun gefleckt, grob- bis feinkörnig.
b. eiſenſchüſſigthonige (braunroth).	Porphyr-Conglomerat mit Porphyr-Trümmern; Granit-, Syenit-, Gneißconglomerat; das erſte mit Granit-, das zweite mit Syenit-; das dritte mit Gneiß-Trümmern. Hornquarzconglomerat mit grauen oder weißen Quarztrümmern.	Granit-, Porphyr-, Gneiß-, Glimmer-, Quarz-Glimmerſchiefer } Conglomerat. Hierher überhaupt die Miſchconglomerate des Rothliegenden.	Eiſenſchüſſiger od. rother Thonſandſtein im Gebiete der Steinkohlen, des Rothliegenden und des Buntſandſteines.
c. bituminös- oder kohlig-thonige (rauchgrau, an der Luft bleichend).		Manches Grauwackeconglomerat mit Trümmern von Quarz, Lydit und Thonſchiefer.	Kohlenſandſtein, oft glimmerhaltig; beim Glühen bleichend, oft bituminös riechend; im Gebiet der Steinkohlen.
3) **mergelige**, mit Säuren brauſende und nach Thon riechende, oder auch ſandig-kalkige, thonloſe. Oft auch bituminös.	Kieſelconglomerat des Grauliegenden mit grauem bituminöſem Mergelbindemittel und vorherrſchenden Quarz- und Lydittrümmern.	1) Nagelfluh mit ſandig-kalkigem Bindemittel und abgerundeten Trümmern von jüngeren Kalkſteinen u. Sandſteinen, aber auch von Quarz, Granit, Gneiß, Serpentin ꝛc. 2) Knochenbreccie mit Knochen, Conchylien und Kalkſteintrümmern. In Höhlen und Klüften.	1) Mergeliger Sandſtein. Zu ihm gehört der graue, bituminöſe Sandſtein des Grauliegenden; die grünliche Molaſſe; auch mancher Keuper- und Liasſandſtein. 2) Kalkiger Sandſtein, welcher mit Säuren in loſen Sand zerfällt. Im Keuper, Lias und der Kreide. 3) Grünſandſtein mit grünen Glaukonitkörnchen.
4) **eiſenoxydiſche** (ockergelb bis braunroth). Das Bindemittel iſt vorherrſchend Brauneiſenerz.		Eiſen-Conglomerat, zu welchem die Tapanhoacanga gehört. Im Gebiete des Di- u. Alluviums.	Eiſenſandſtein (Ironſand): Sandkörner durch Raſeneiſenerz verkittet. Im Gebiete der Kreide und im Alluvium ſich noch fortbildend

a. Einfach gemengte Conglomerate.

Beſchreibung thoniger und mergeliger Conglomerate. §. 237.

76. Quarzconglomerat.

1) Gemenge: In einem gelbbraunen oder braunrothen, eiſenſchüſſigen, reinthonigen oder ſandigthonigen, gewöhnlich ſehr feſten, Bindemittel liegen große und kleine Bruchſtücke vorherrſchend von weißem oder grauem Quarz.

a. Das Bindemittel iſt gewöhnlich mit Quarzkörnern (und oft auch mit Feldſpathſtückchen) untermengt, ſo daß es ſandſteinartig erſcheint und das ganze Geſtein, — zumal wenn die eingebackenen Quarzbrocken nur einzeln in dem reichlich vorhandenen Cäment liegen, — einem klein- bis grobkörnigen Sandſteine mit eingebackenen Geröllen gleicht. — Sehr häufig aber tritt der Sandgehalt des Bindemittels ſtark zurück und ſtatt ſeiner erſcheinen zahlreiche Glimmerſchuppen und auch wohl grüne chloritiſche Concretionen. Alsdann zeigt ſich das Bindemittel viel mürber und mit einer Anlage zur Schieferung. Ja in dieſem Falle geht bei Abnahme und Verkleinerung der eingekitteten Trümmer das Conglomerat in rothen Schieferthon über. Bisweilen iſt der Reichthum der eingekneteten Gerölle ſo groß, daß man kaum das rothe Bindemittel zwiſchen ihnen bemerken kann; oft aber herrſcht auch das Bindemittel ſehr vor.

b. Die eingekneteten Gerölle gehören zwar vorherrſchend dem Quarze an, doch finden ſich neben dieſen auch bisweilen Lydit-, Glimmerſchiefer-, Thonſchiefer- und Granitbrocken. — Glimmerſchuppen ſind eine ganz gewöhnliche Beimengung.

2) Abarten: Das Hornquarzconglomerat von Veltheim's: In dem thonigen Bindemittel liegen zahlreiche, kugel- und eirunde, 3—12 Zoll große Gerölle von grauem körnigem Quarz (ſog. Hornquarz). — Am öſtlichen Harzrande mächtige Bänke im Rothliegenden zuſammenſetzend. (Vgl. hierzu die Conglomerate des Rothliegenden).

3) Uebergänge zeigt, wie eben erklärt worden iſt, das Quarzconglomerat theils in rothen Sandſtein, theils in rothen Schieferthon.

4) Lagerungsverhältniſſe und Hauptlagerorte: Obgleich dieſes Conglomerat wohl ſtets in Schichten abgetheilt iſt, ſo ſind dieſelben doch nicht immer deutlich zu erkennen, weil die Ablagerungsmaſſe deſſelben oft in außerordentlich mächtige Bänke abgeſondert erſcheint. — Gewöhnlich ſteht es mit Schieferthonen und Sandſteinen im Verband. Man hat das Quarzconglomerat bis jetzt in ſehr verſchiedenen Formationen beobachtet; am mächtigſten aber erſcheint es wohl in der devoniſchen Formation, in den limniſchen Steinkohlengebieten und im Rothliegenden entwickelt.

a. In der devoniſchen Formation von Südwales, von England (Herefordſhire, Worceſterſhire und Skorpſhire), von Schottland (Südſeite der Grampians) und auf den orkadiſchen Inſeln ſowie auf Skye bildet es koloſſale, oft mehrere 100 Fuß mächtige Ablagerungen zwiſchen der

§. 237. „Ilfracombe- und Lintongruppe" in der unteren Abtheilung der Formation und ſteht mit rothen oder grauen Sandſteinen und rothem oder grünem Schieferthone (Grauwacke- und Thonſchiefer) in Wechſellagerung.

b. In der Steinkohlenformation bei Döhlen unweit Dresden erſcheint als unteres Glied dieſer Formation ein graues Quarzconglomerat im Verband mit Sandſtein und Schieferthon.

c. In der Formation des Rothliegenden lagert es gewöhnlich auf einer mehr oder minder mächtigen Ablagerung von grobem rothem Sandſteine in der unteren Abtheilung der Formation und wird nach oben wieder von Sandſtein und rothem Schieferthon bedeckt. Sehr mächtig erſcheint es entwickelt im Mansfelder Becken am Oſtrande des Harzes und bei Eiſenach am nordweſtlichen Ende des Thüringer Waldes; auch in Sachſen, z. B. bei Zwickau, Würſchnitz ꝛc.; in Schleſien, z. B. am Katzbachufer zwiſchen Neukirch und Prausnitz; in Böhmen u. ſ. w.

d. In vielen limniſchen Steinkohlenbaſſins, ſo in Niederſchleſien, Mähren, Frankreich ꝛc. bildet es die Sohle der ganzen Steinkohlenformation.

e. Auch in der untern Abtheilung der Buntſandſteine kommt ein Quarzconglomerat mit kaoliniſchem (oder auch kieſeligem) Bindemittel vor. — So in Waldeck bei Külte unweit Arolſen, am Schwarzwalde, Odenwalde, an der Hardt, in den Vogeſen (Vogeſenſandſtein), in Frankreich im Departement des Aveyron und des Var; in England an der Oſtſeite der Malvernhills das ſogenannte „Haffield-Conglomerat".

f. Endlich kennt man es auch aus der Braunkohlenformation. So kommt im Mainzer Becken (bei Laubenheim, Wiesbaden, Oppenheim ꝛc.) in der Abtheilung des Blätterſandſteins als unterſte Ablagerung ein dunkelbraunes, feſtes, Quarzgerölle umſchließendes, Conglomerat vor.

76 a. Porphyrconglomerat.

1) Gemenge: In einem braunrothen oder grauröthlichen, ſich wie eiſenſchüſſiger Thon oder Sandthon verhaltenden, Bindemittel liegen vorherrſchend feſt eingekittet eckige und abgerundete Trümmer von Felſit- und Thonporphyr.

a. Iſt das Bindemittel ſehr thonreich, ſo beſitzt dieſes Geſtein nur wenig Feſtigkeit; iſt es aber ſehr quarzreich, dann iſt es auch ſehr feſt und ſieht dem Felſite oft ſehr ähnlich.

b. Außer den Porphyrtrümmern kommen in dieſem Conglomerate an manchen Orten auch Trümmer von Quarz und Granit, ja ſelbſt von Thonſchiefer vor (ſo am Thüringer Walde bei Gehlberg, zwiſchen Zelle und Oberhof).

c. Da, wo Porphyr- und Melaphyr-Eruptionen im Gebiete des Rothliegenden auftreten, enthält das Porphyrconglomerat auch viel Melaphyrtrümmer, ſo daß ein gemengtes Porphyr-Melaphyr-Conglomerat entſteht — z. B. bei Friedrichrode am Thüringer Walde.

2) Lagerorte: Das Porphyrconglomerat, welches gewöhnlich eine deutliche Abſonderung in Schichten oder Bänke wahrnehmen läßt, kommt entweder in der oberen Abtheilung des Rothliegenden wech-

ſelnd mit rothen Sandſteinen und rothem Schieferthon vor — z. B. am nordweſtlichen Theile des Thüringer Waldes zwiſchen Georgenthal, Dambach und Asbach, bei Wilhelmsthal unweit Eiſenach; in Sachſen bei Döhlen und am Harzrande bei Wiederſtädt, — oder es ſteht in unmittelbarem Verbande mit den Porphyrbreccien oder den eigentlichen Porphyren, indem es als mantelförmige Decke die Porphyrberge umgiebt, ſo in vielen Porphyrdiſtricten des Thüringer Waldes.

77. Kieſelconglomerat des Grauliegenden. §. 238

1) Gemenge: In einem grauen, weißlichen oder unrein ockergelben, oft durch Bitumen dunkel gefärbten, mergeligen oder ſandig-kalkigen, hie und da auch dolomitiſchen, Bindemittel liegen vorherrſchend eckige und abgerundete, haſelnuß- bis fauſtgroße, Trümmer von grauem Quarz und Kieſelſchiefer.

a. Das Bindemittel iſt gewöhnlich ein mit feinem Quarzſand untermengter, bald thoniger, bald kalkiger Mergel, welcher ſich als Pulver unter Brauſen und unter Abſatz von Thon und Quarzſand auflöſt. — Sehr häufig iſt daſſelbe ſo von Bitumen durchdrungen, daß es beim Glühen einen Asphalt ähnlichen Geruch entwickelt und hellfarbig wird. Solche bitumenreiche Kieſelconglomerate werden an der Luft liegend bisweilen ganz weiß (Weißliegendes), indem ihr Bitumen als Kohlenſäure entweicht.

b. Ueber (?) dem ſüdweſtlichen Steinkohlendiſtricte Englands lagert bei Wills unweit Briſtol ein Kieſelconglomerat, deſſen Bindemittel ein dolomitiſcher Mergel oder thoniger Dolomit iſt, welcher oft Höhlungen einſchließt, die mit concentriſchen Lagen von Kalkſpath, Chalcedon und Bergkryſtallen ausgefüllt ſind.

c. Die eingekitteten Trümmer ſind meiſtens nußgroß und beſtehen zum großen Theil aus Kieſelſchiefer und Quarz.

2) Uebergänge: Durch Kleinerwerden oder Verſchwinden der größeren Trümmer geht dieſes Conglomerat in grauen, mergeligen Sandſtein über, und durch Verſchwinden der Gerölle und des Sandgehaltes ſeiner Grundmaſſe wird es allmählich zu Mergelſchiefer.

3) Lagerorte: Das Kieſelconglomerat lagert über den oberſten rothen Conglomeraten oder Sandſteinen des Rothliegenden und unter dem grauen Sandſteine oder auch unter dem bituminöſen Mergelſchiefer der Zechſteinformation.

Recht ſchön entwickelt zeigt es ſich bei Schmerbach, 3 Stunden öſtlich von Eiſenach, am Clausberg weſtlich von dieſer Stadt; bei Riechelsdorf und Biber in Heſſen; auch bei Mansfeld.

Bei Briſtol in England und im Porlockthale bei Timberscombe in Somerſetſhire ſteht es mit dem Dolomite der Kohlenablagerungen in Verbindung.

b. Mehrfach gemengte Conglomerate.

§. 239. **78. Conglomerate des Rothliegenden.**

1) Gemenge: „Das Material des Todtliegenden besteht aus Trümmern einer zerstörten Erdoberfläche; es eröffnet uns, wie L. v. Buch sagt, ein ganzes Museum der Vorwelt. In der That, wenn alle primitiven Gebirgsarten von der Erdoberfläche verschwinden und nur Trümmer des Todtliegenden zurückbleiben sollten, so würde sich die Beschaffenheit jener Gebirgsarten noch immer aus dem Todtliegenden, wie der Inhalt verlorener Schriften des Alterthums aus den von anderen Autoren aufbehaltenen Fragmenten derselben, erkennen lassen." (Heim in seiner geologischen Beschreibung des Thüringer Waldes II. 5, 1806, pag. 21 und 22.).

Wenn aber auch diese Conglomerate als ein wahres Gemisch von verschiedenartigen Gesteinstrümmern erscheinen, so herrschen doch in den einzelnen Schichtmassen derselben bestimmte Arten von Gesteinstrümmern vor, so daß man hiernach unterscheiden kann:

Quarz-Gneiß-Conglomerate,
Quarz-Granit-Conglomerate,
Granit-Thonschiefer-Conglomerate,
Porphyr-Granit-Conglomerate,
Granit-Glimmerschiefer-Conglomerate,
Porphyr-Melaphyr-Conglomerate.

Das Bindemittel aller dieser Conglomerate ist ein intensiv braunrother (eisenschüssiger), gewöhnlich mit fein- oder grobkörnigem Sande und zarten Glimmerschüppchen untermengter Thon (Letten).

a. Ist das thonige Bindemittel recht innig mit vorherrschendem, feinem Sande gemengt, so erscheint es fast kieselig und sehr hart und fest; ist es aber arm an Sand, dann ist es mürbe und zur Schieferung geneigt. Bisweilen erscheint es vorherrschend und dann nähern sich die Conglomerate einerseits den rothen Sandsteinen und andererseits den rothen Schieferthonen, mit welchen Gesteinen sie auch wechsellagern.

b. Der Sand, welcher gewöhnlich dem Bindemittel beigemengt ist, besteht zwar vorherrschend aus eckigen und abgerundeten Körnern von Quarz; doch zeigt er auch sehr häufig Feldspathkörner und Glimmerblättchen, so daß er das Ansehen von geschlämmtem Granit-, Gneiß- oder Glimmerschieferschutt erhält.

c. Die dem Bindemittel eingekneteten Trümmer erreichen oft eine Größe von mehreren Fußen Durchmesser und erscheinen gewöhnlich außen mehr oder weniger abgerundet und angewittert, innerlich aber oft so frisch und wohl erhalten, als seien sie eben erst von ihrem Muttergesteine losgerissen worden. — In der Regel stammen die Trümmer von den Felsarten der Gebirge, welche von dem Rothliegenden unmittelbar mantelförmig umlagert werden, ab. Es giebt jedoch auch Fälle, in denen diese Trümmer nicht von den benachbarten Gebirgsmassen herrühren, sondern vielleicht aus weiter Ferne her zusammengefluthet worden sind (wenn nicht das zunächst anstehende Muttergestein derselben ganz zerstört worden ist?).

2) Dieſe Conglomerate gehen, wie oben ſchon bemerkt, in grobkörnige, rothe Sandſteine und rothe Schieferthone (Schieferletten) über.

3) Lagerformen, Lagerungsverhältniſſe und Hauptlagerorte: Obwohl die eben beſchriebenen Conglomerate ſtets geſchichtet ſind, ſo wird ihre Schichtung doch häufig undeutlich durch die bisweilen über 20 Fuß mächtigen Bänke, welche ſie bilden.

Einerſeits kommen ſie in der unteren Abtheilung des Steinkohlengebirges — z. B. in England — vor, andererſeits nehmen ſie gewöhnlich die über dem Quarzconglomerate lagernde Etage des Rothliegenden unmittelbar unter dem Grauliegenden ein.

Im Allgemeinen ſind dieſe Conglomerate überall, wenn auch oft nur angedeutet, zu finden, wo das Rothliegende mächtig entwickelt auftritt; ſo in Thüringen (namentlich in der Umgegend Eiſenachs); im Mansfelder Becken am Oſtrande des Harzes; in Sachſen (z. B. im Döhlener Kreiſe), bei Halle; in Schleſien (z. B. bei Polniſch-Hundorf, bei Sandow); in Böhmen u. ſ. w.

79. Nagelfluh. (Nagelflue; Nagelſtein; Buchſtein). §. 240.

1) Gemenge: In einem ſandig-kalkigen, ſich wie Sandſtein verhaltenden, Bindemittel liegen große und kleine, meiſt ſtark abgerundete Trümmer vorherrſchend von Kalkſteinen und Sandſteinen aus verſchiedenen Formationen, außerdem auch Gerölle von Grauwacke, Kieſelſchiefer, Quarz, Granit, Gneiß, Porphyr und Serpentin.

a. Das Bindemittel iſt in den meiſten Fällen ein wahrer kalkiger Sandſtein oder ein Kalkmörtel. Nicht ſelten verhält es ſich aber auch wie Kalkſinter oder wie Kalkſpath. Von Farbe erſcheint es weißlichgrau, gelblich, bisweilen aber auch roth von beigemiſchtem Eiſenoxyd und dann vom Anſehen eines rothen Sandſteines. Gewöhnlich iſt es nicht ſehr vorherrſchend, ja bisweilen iſt es als ein dünn aufgetragener Kitt zwiſchen den dicht gedrängt liegenden Trümmern zu bemerken.

b. Die Trümmer erſcheinen gewöhnlich in den unterſten Ablagerungen der Felsarten am größten, oft mehrere Fuß im Durchmeſſer, und werden in den oberen Ablagerungen immer kleiner, bis zuletzt das ganze Geſtein einem großkörnigen Sandſteine gleicht. Endlich herrſchen in den unteren Ablagerungen bisweilen die Kalkſteine — namentlich aus dem Lias und Jura — vor; in den oberen aber lichte Kalkbrocken bunt durcheinander mit den Geröllen anderer Felsarten. Unter dieſen letzteren treten vorzüglich hervor: Granit- und Gneißgerölle (in der Schweiz); Porphyrgerölle (im Canton Appenzell); Hornſteingerölle (bei Genf); Sandſteingerölle verſchiedener Art (Schweiz).

Von ganz beſonderem Intereſſe erſcheinen die an der Oberfläche dieſer Trümmer beobachteten Eindrücke, welche bis $^1/_2$ Zoll tief ſind und das Anſehen haben, als hätten die ſich gegenſeitig berührenden Geſchiebe ſich ineinander gedrückt und als wären ſie früher auf ihrer Oberfläche weich geweſen. Nöggerath, welcher dieſe Erſcheinung an der Nagelfluh bei Bregenz beobachtete, theilt in einer ſehr gehaltvollen Abhandlung (Die Gerölle oder Geſchiebe mit Eindrücken von ſolchen in Conglomeraten im

2) Vorkommen: namentlich in der Zechſteinformation Thüringens, z. B. bei Thal und Eppichnellen unweit Eiſenach; in Heſſen bei Riechelsdorf; außerdem in den venetianiſchen Alpen bei Recoaro.

§. 230. 71. Stinkſteinbreccie.

1) Beſtand: Scharfkantige Stinkſteintrümmer liegen in einem kryſtalliniſchen Aragonit- oder auch dichten Dolomitcäment. Rauchgrau oder gelblich.

2) Vorkommen: In der Zechſteinformation Thüringens Klüfte im Dolomite ausfüllend, z. B. bei Eppichnellen unweit Eiſenach und bei Wimmelburg und Sangerhauſen; außerdem in England an der Küſte von Durham.

b. Conglomerate und Breccien mit kieſeligem Bindemittel.

§. 231. 72. Quarz- und Lyditbreccie. (Kieſelbreccie).

1) Beſtand: In einem kieſeligen, graulichen, ockergelben oder braunrothen, äußerſt harten, am Stahle funkenden, Bindemittel liegen eckige und abgerundete, graulichweiße, hornfarbige oder rothbraune Quarzgerölle eingekittet.

2) Vorkommen: Vorherrſchend in der ſiluriſchen und devoniſchen Grauwackeformation Böhmens, der Eifel, Ardennen und Vogeſen, aber auch des Harzes; außerdem aber auch in der Braunkohlenformation am Quegſtein im Siebengebirge (nach Nöggerath).

3) Abarten: 1) Der Kieſelſandſtein, bei welchem eckige, oft kryſtalliniſche Quarzkörner von Hirſekorn- bis Erbſengröße in einem kieſeligen Bindemittel liegen. Beträchtliche Ablagerungen in der Grauwacke, z. B. am Harz, in der Kohlenformation Schottlands, im Buntſandſteine der Vogeſen, im Quaderſandſteine am Nordrande des Harzes, in Sachſen und Böhmen und in der Braunkohlenformation, z. B. am Siebengebirge bildend. —

2) Lyditbreccie (Kieſelſchieferconglomerat, Phthanitbreccie), bei welcher in einem kieſeligen oder thonigkieſeligen, harten, funkenſprühenden Bindemittel nußgroße, eckige und abgerundete Trümmer von ſchwarzem Kieſelſchiefer liegen. — In der Grauwackeformation am Harze und im Voigtlande zwiſchen Plauen und Roſenthal.

§. 232. 73. Flintbreccie. (Flintconglomerat, Puddingſtein).

1) Beſtand: In einem ſehr harten, am Stahle ſtark funkenden, hornſtein- oder feuerſteinähnlichen Bindemittel liegen feſt verkittet haſelnuß- bis fauſtgroße Gerölle von ockergelbem, braunem oder ſchwarzem Flint (Feuerſtein).

2) Vorkommen: In der Siluriformation Englands, z. B. in Herefordſhire.

74. Arkoſe. §. 233.

(A. Brongniart's; feldſpathhaltige Kieſelbreccie Walchner's; Feldſpathpſammit; Kaolinſandſtein z. Th.).

1) Beſtand: In einem graulichweißen, ſeltner röthlichen, ſich wie Chalcedon oder wie Hornſtein verhaltenden Bindemittel liegen eckige Körner und größere Stücken von meiſt graulichweißem Quarz und von röthlichweißem bis weißrothem, friſchem oder kaolinartigem Orthoklas, oft auch friſche Orthoklaskryſtalle und Glimmerblättchen.

a. Das Bindemittel erſcheint oft auch kaoliniſch oder thonartig und ruft dadurch Uebergänge in wahren Kaolinſandſtein hervor. Hie und da fehlt auch daſſelbe faſt ganz, ſo daß das Geſtein ein loſes Aggregat von Quarz- und Feldſpathſtückchen mit beigemengten weißen oder ſchwarzbraunen Glimmerblättchen bildet, ganz ähnlich, wie man es in mehr oder minder mächtigen Ablagerungen am Fuße der Granit- und Gneißberge — z. B. bei Altenſtein und Ruhla am Thüringer Walde — findet. Jedenfalls iſt die Arkoſe ein aus der Zerſetzung des Granites oder Gneißes entſtandenes Geſtein. Man denke ſich einen Granit- oder Gneißgrus, welcher durchzogen wird von einem viel Kieſelſäure haltigen Waſſer, deſſen Kieſelſäure bei ihrer Erſtarrung die einzelnen Quarz- und Feldſpathſtückchen mit einander verkittet, — ſo hat man eine wahre Arkoſe.

In der Gegend von Charolles, Autun, Semur, Avallon und Auxerre lagert die Arkoſe auf Granit. Die den Granit durchſetzenden, vorherrſchend aus Quarz, Hornſtein und Chalcedon beſtehenden Erzgänge verbreiten ſich auch in der Arkoſe nach allen Richtungen hin und durchdringen ihre Maſſe ſo, daß die Quarz- und Feldſpathſtückchen derſelben von dem Hornſtein und Chalcedon jener Gänge ganz gleichmäßig verkittet erſcheinen. In dieſem Falle kann man nichts anderes annehmen, als daß die jetzt in der Form von Gängen auftretenden Quarzarten die Abſätze von Mineralquellen ſind, welche aus dem Granite in die Höhe ſtiegen und die darüber lagernden Verwitterungsproducte des Granites gleichmäßig durchſinterten. Noch wahrſcheinlicher wird dieſe Anſicht Rozet's durch die faſt reinen Lagen von Hornſtein, welche hie und da zwiſchen der Arkoſe auftreten.

b. Statt des Feldſpathes treten oft zahlreiche Kaolinkörner, ja ſelbſt Granitbrocken im Gemenge der Arkoſe auf (ſo im Steinkohlengebirge von Rheinbayern).

2) Zufällige Beimengungen: Die Arkoſe der Bourgogne enthält derb oder eingeſprengt oder auch in Druſen Bleiglanz, Eiſenkies, Kalk-, Fluß- und Barytſpath; und in der Gegend von Nontron im weſtlichen Centralfrankreich kommen Nontronit, Halloyſit, Glanzeiſenerz und Manganerze in ihr vor.

3) Uebergänge zeigt die Arkoſe einerſeits in Kieſelſandſtein, andererſeits in Kaolinſandſtein (vgl. denſelben in Nr. 81).

4) Lagerungsverhältniſſe und Hauptlagerorte: Die Arkoſe, welche ſich mehr oder minder deutlich in Schichten abgetheilt zeigt, und in der Regel in der Nähe granitiſcher Geſteine lagert, iſt bis jetzt in mehreren Formationen von verſchiedenem Alter aufgefunden worden.

Kalk durchdrungene, meist zersplitterte Knochen von Thieren der verschiedensten Art, hauptsächlich aber von Herbivoren; außerdem auch noch Land-, Fluß- und Sumpfconchylien.

Unter den Thieren, von denen die Knochen abstammen, sind namentlich zu erwähnen: Paläotherium, Chäropotamus, Rhinoceros, Ochs, Hirsch, Rennthier, Pferd, Lagomys, Arvicola; selten Löwe, Panther, Fuchs; — außerdem noch Landschildkröten, Eidechsen, Schlangen ꝛc. — In der Breccie von Cagliari in Sardinien sollen wenigstens 3000 Individuen von Lagomys und Arvicola liegen. — Die Höhlungen der Knochen sind ebenso, wie die Lücken und Zellen im Bindemittel oft mit den zierlichsten Kalkspathkrystallen bedeckt oder auch ganz mit Kalksinter ausgefüllt.

3) Lagerorte: An den nördlichen Küstenländern des Mittelmeeres füllt diese merkwürdige Breccie, welche ganz schichtungslos ist, oben offene Schluchten, Gänge und Spalten namentlich der jüngeren Kalkgebirge auf weite und bisweilen tief ins Land hinein ziehende Strecken aus.

Sie erscheint namentlich in den Küstenländern von Gibraltar an bis Savona, dann in reichlicher Fülle in Dalmatien, endlich auch auf einigen griechischen Inseln (z. B. Cerigo). — Bemerkenswerth erscheinen hauptsächlich folgende Orte:

Cette, südöstlich von Montpellier; Antibes und Nizza (am Mont du Chateau und Mont Boron oberhalb Villefranche), wo die Knochenbreccie senkrechte Spalten eines ausgezeichnet geschichteten Juradolomites ausfüllt und in zwei Varietäten auftritt, von denen die eine nebst Knochen nur eckige Dolomitbrocken und Landschnecken, die andere aber abgeschliffene Kalkgerölle und Meeresconchylien (z. B. Arca, Pinna, Patella, Trochus) enthält.

Corsica, nördlich von Bastia; Sardinien bei Cagliari; Vorgebirge Palinure am Busen von Salerno; Gibraltar, wo eine röthliche Knochenbreccie mit Landschnecken in senkrechten Spalten von dichtem Jurakalk lagert.

Dalmatien längs der ganzen West- und Südküste; Inseln Ofero und Cherso.

2. Sandsteine.

§. 242. **Allgemeine Beschreibung.** — **1**) In einem sich bald wie Thon, bald wie Mergel, bald wie Kalk verhaltenden, meist feinerdigen Bindemittel liegen fest eingekittet sehr kleine bis höchstens erbsengroße, meist scharfeckige, weiße oder wasserhelle Körnchen (bisweilen auch rundliche, glänzende oder matte, oft grün oder roth gefärbte amorphe Klümpchen) von Quarz und sehr häufig auch zahlreiche Glimmerschuppen und Feldspathkörner.

Die Farbe ist verschieden und abhängig von der Beschaffenheit und den Beimengungen des Bindemittels: bei reinem Thongehalte gewöhnlich gelblich ins Graue und Weiße; bei reinem Kalkgehalte graulich bis weiß; bei starkem Eisenoxydgehalte bald ockergelb durch beigemengtes Eisenoxydhydrat, bald braunroth durch Eisenoxyd; bei Bitumen- oder Kohlengehalte

rauchgrau bis ſchwärzlich; bei reichlich beigemengten Glaukonitkörnchen graugrün oder dunkelgrün gefleckt. §. 242.

Die Feſtigkeit iſt ebenfalls verſchieden: bei ſehr bindemittelreichen, thonigen oder kalkigen Sandſteinen iſt ſie gewöhnlich ebenſo ſchwach, als bei bindemittelarmen.

Auch das Mengungsverhältniß zwiſchen den Körnern und ihrem Bindemittel iſt ſehr verſchieden: bisweilen herrſcht das letztere ſo vor, daß man die eingemengten Körner, zumal, wenn dieſe ſehr klein ſind, kaum bemerkt; oft aber iſt auch die Zahl der Einmengungen ſo groß, daß man kaum das ſie zuſammenhaltende Cäment gewahr wird. — Durch dieſe Verſchiedenartigkeit der Mengungsverhältniſſe werden vielfache Abänderungen und Uebergänge der Sandſteine in andere Geſteine hervorgerufen. Auf dieſe Weiſe gehen über:

die bindemittelreichen Sandſteine:

bei thonigem Bindemittel in Thonſtein, Letten, Schieferthon,

bei kalkigem Bindemittel in Kalkſtein, Mergel und Mergelſchiefer;

die bindemittelarmen Sandſteine:

bei vorherrſchendem Quarzkörnern in körnigen Quarzfels und auch in Quarzbreccie oder Quarzconglomerat;

bei vorherrſchendem Glimmergehalte in Sandſteinſchiefer und Sandſchiefer, welcher bisweilen dem Glimmerſchiefer recht ähnlich, aber außerordentlich mürb und biegſam iſt;

bei ganz zurücktretendem oder verſchwindendem Bindemittel in loſen Sand (wie es z. B. der Fall iſt in der devoniſchen Formation am Rhein, in welcher am Rochusberge bei Bingen Lager von loſem Sande zwiſchen feſten, kieſeligen Sandſteinen vorkommen).

Beide Arten von Uebergängen können nun noch conglomeratiſch werden, wenn entweder ihre Körner die Größe von Haſelnüſſen erreichen oder zwiſchen ſich einzelne große Gerölle von anderen Geſteinen aufnehmen.

2) Die Sandſteine zeigen auch mannichfache zufällige Beimengungen. Außer den faſt ſtändigen Glimmerſchuppen, den häufig vorkommenden Feldſpathkörnern oder Kaolinknöllchen und den glaukoniſchen und kohligen Beimengungen, welche für manche Sandſteine gewiſſermaßen zu den weſentlichen Gemengtheilen gehören, ſind hier noch zu erwähnen: Bleiglanzkörner, Weißbleierz, Kupferlaſur und Malachit, welche in manchen Sandſteinen (vgl. das Knotenerz beim thonigen Sandſteine) häufig vorkommen; ferner Druſen von Kalkſpath, Cöleſtin und Quarzkryſtallen; endlich noch einerſeits die Hornſtein- und Feuerſteinconcretionen oder die namentlich im Buntſandſteine ſo häufigen, linſenförmigen, plattgedrückten, bald grün, bald ockergelb oder rothbraun gefärbten Thonneſter (Thongallen) — und andererſeits die organiſchen Einſchlüſſe. Dieſe letzteren ſtammen entweder von Thieren, namentlich von Conchylien, oder von Pflanzen ab, treten gewöhnlich als Steinkerne oder verkieſelt auf und kommen in der Regel nur in Sandſteinen vor, welche bindemittelreich und nicht durch überſchüſſiges Eiſenoxyd roth gefärbt ſind.

§. 242. 3) Wohl alle Sandsteine zeigen eine Absonderung in bankförmige Schichten, welche auf der einen Seite bisweilen bis zur Dicke von Schieferplatten zusammenschrumpfen und andererseits bis zu Lagen von mehreren Fuß mächtigen Bänken heranwachsen. Außerdem erscheinen nicht bloß die einzelnen Schichten, sondern oft ganze Schichtencomplexe der Sandsteine durch senkrechte Spalten in mehr oder weniger regelrechte Quader und Säulen oder Pfeiler abgesondert. Am ausgezeichnetsten im großartigsten Maßstabe am Quadersandsteine des nördlichen Böhmerlandes und des Elbsandsteingebirges (z. B. in der sächsischen Schweiz und im Adersbacher Steinwalde) bemerken kann (s. Fig. 25 pag. 105 und Fig. 30 pag. 106).

4) Die oft als mächtige Gebirgsmassen auftretenden Ablagerungen der Sandsteine befinden sich in den sedimentären Formationen von der ältesten an bis zur jüngsten herauf; ja sie bilden sich noch in der Gegenwart da, wo die Gewässer Sand durch irgend ein Bindemittel verkitten (z. B. an der Küste der Meerenge zwischen Italien und Sicilien, an der Insel Rhodus, an der Küste von Kleinasien). In der Regel lagern sie zwischen Schieferthonen und Mergeln und in den älteren Formationen stehen sie gewöhnlich noch mit Breccien und Conglomeraten in Verbindung.

a. Im Allgemeinen folgt auf eine Sandsteinformation eine Kalkformation, so daß eine Wechsellagerung im Großen zwischen diesen beiden Formationsarten stattfindet. Oder mit anderen Worten: Sandstein-Ablagerungen bilden im Allgemeinen die Grundmauer oder untere Etage einer jeden sedimentären Formation, während Kalksteine gewöhnlich die obere Etage derselben darstellen und die Schieferthon- und Mergelschichten gewissermaßen den Kitt abgeben, durch welchen sowohl die einzelnen Schichtmassen, wie auch die beiden Etagen zusammen verbunden werden.

b. In den ältesten und älteren Zeiten der Erdrindebildung mußten die gemengten krystallinischen Felsarten, vorzüglich die Feldspath- und Glimmergesteine, mit einem Worte: die Thonerde-Silicate das Hauptmaterial zur Bildung der Sandsteine liefern; als aber diese Gesteine in den folgenden Erdrindebildungs-Perioden durch die gewaltigen Ablagerungen sich bildender Sand- und Kalksteinmassen immer mehr und mehr umhüllt, verdeckt und auf diese Weise dem Einflusse des Wassers entzogen wurden, benutzte das letztere die eben erst gebildeten Sand- und Kalksteinablagerungen selbst, um neue Sandsteine zu bilden. Daher kommt es, daß die Sandsteine der ältesten und älteren Formationen gewöhnlich ein aus dem Steinschutt jener eruptiven Felsarten oder aus Thon bestehendes Bindemittel besitzen, während die Sandsteine der jüngeren und jüngsten Formationen vorherrschend ein kalkiges oder mergeliges Cäment haben.

§. 243. 81. Thonige Sandsteine.

81a. Kaolinsandstein.

1) Gemenge: In einem weißlichen oder graulichen, bisweilen auch gelblichen, aus Kaolin bestehenden, Bindemittel liegen eckige und ab-

gerundete, kleine oder erbſengroße, meiſt graulichweiße Quarzkörner, oft §. 243.
auch röthlichweiße, friſche oder in Zerſetzung begriffene Orthoklasſtückchen, aber ſelten nur Glimmerblättchen.

Das Bindemittel iſt leicht von gemeinem Thon zu unterſcheiden, indem es nur wenig oder auch nicht an der feuchten Zunge klebt, ſich mager anfühlt und im Feuer nicht verändert. Bisweilen iſt es ſo von Kieſelſäure durchdrungen, daß es ſich faſt wie Hornſtein verhält (Uebergang in Arkoſe), oft aber enthält es auch ſehr feinen, abſchlämmbaren Quarzſand beigemengt.

Die in demſelben befindlichen Feldſpathkörner erſcheinen meiſt mehr oder weniger zerſetzt, ja oft geradezu in harten Kaolin umgewandelt. Im Rothliegenden am öſtlichen Harze aber, ſowie bei Neuſohl in Ungarn, in den Ardennen und bei Bornholm enthält es noch friſche Feldſpathkryſtalle.

2) Von den Uebergängen dieſes Sandſteins in eigentliche Arkoſe iſt oben ſchon geſprochen worden. (Vgl. die Arkoſe.)

3) Lagerung und Hauptlagerorte: Der Kaolinſandſtein füllt theils Mulden im Gebiete des Granites aus — ſo am Thüringer Walde bei Martinroda und bei Bad Liebenſtein (wo er indeſſen zum größten Theile weggebrochen iſt); — theils bildet er Einlagerungen im Grauwackegebirge, ſo bei Steinhaide am Thüringer Walde; theils ſetzt er in der oberen Gruppe des Rothliegenden unmittelbar unter den Porphyrconglomeraten in Gemeinſchaft mit dem eckigkörnigen eiſenſchüſſigen Sandſteine beträchtliche Lagermaſſen zuſammen, ſo am Oſtrande des Harzes; theils endlich tritt er auch in mehr untergeordneten Bänken in dem Gebiete des eigentlichen Buntſandſteins auf, ſo an mehreren Orten des Thüringer Waldes oder in der unterſten Etage dieſer Formation in Schwaben. Außerdem hat man ihn auch in der oberſten Keuperetage Schwabens im Wechſel mit gemeinen thonigen und kalkigen Sandſteinen beobachtet.

81b. Gemeiner Thonſandſtein.

1) Gemenge: Das Bindemittel beſteht aus Thon und zeigt weiße, graulichе, grünliche, gelbliche oder blaßröthliche Farben, welche oft in Streifen, Bändern, Flecken, Wolken und Adern mit einander wechſeln.

Die in demſelben eingekitteten Quarzkörnchen ſind in der Regel ſcharfkantig und ſo klein, daß man ſie nur mit der Loupe oder beim Schlämmen des Steinpulvers herausfinden kann. Neben dieſen Quarzkörnchen, als vorherrſchenden Gemengtheilen, zeigen ſich häufig auch mehr oder weniger größere oder kleinere Feldſpathkörner oder Kaolinknöllchen und ſilberweiße oder meſſinggelbe Glimmerſchüppchen.

2) Zufällige Beimengungen: In vielen Gegenden enthält der gemeine thonige Sandſtein außer den ſchon früher erwähnten Thongallen keine Spur von ſolchen Beimengungen; an andern Orten dagegen umſchließt er mannichfache Mineralien theils eingeſprengt, theils in Trümmern, Neſtern und Druſen. Die wichtigſten derſelben ſind:

Baryt, theils in Körnern und Kryſtallen, theils in Neſtern;

Kalkſpath, Cölestin und Bergkryſtalle in Druſen;

§. 243. Malachit und Kupferlaſur eingeſprengt und in Neſtern;

Bleiglanz und Weißbleierz in Körnern in ſolcher Menge, daß ganze Schichten des Sandſteines als ein Gemenge von Quarzkörnern und Bleierz zu betrachten ſind (z. B. beim Knotenerz);

Rother Thoneiſenſtein (Plätterz) in dünnen Lagen zwiſchen dem Sandſtein bei Zweibrücken und Homburg;

Glaukonitkörner (vgl. Abart: Grünſandſtein).

3) Abarten: Unter ihnen ſind hauptſächlich folgende zu erwähnen:

a. Knotenerz: In dem thonigen Bindemittel liegen außer dem Quarze Körner von Bleierz und Weißbleierz in unzähliger Menge eingeſprengt, ſo daß ſie zu den weſentlichen Gemengtheilen des Geſteins gerechnet werden müſſen. Außerdem enthält es auch Kupferlaſur und Malachit. — Dieſer eigenthümliche Blei-Sandſtein bildet bis 40′ mächtige Schichten in der unteren Abtheilung der Buntſandſteinformation und lagert unter einem Conglomerat auf rothem thonigem Sandſtein bei St. Arold unweit Saarbrücken und bei Commern in Rheinpreußen (Bleiberg in der Eifel). In ihm wird bedeutender Bergbau getrieben.

b. Grünſandſtein (Glaukonitſandſtein; Greensand; Grès vert): In dem thonigen (oder kalkigen) Bindemittel liegen untermiſcht mit Quarzkörnern ſo zahlreiche Grünerde- oder Glaukonitkörnchen, daß das ganze Geſtein entweder dunkel- oder lauchgrün punktirt und gefleckt, oder ganz einfarbig grün gefärbt erſcheint. — Obgleich man Straten von Grünſandſtein hie und da (z. B. bei Bornholm und bei Petersburg) ſchon in der Grauwackeformation antrifft, ſo iſt doch der Hauptſitz deſſelben in den Formationen der Kreidegruppe zu ſuchen. Da er aber an dieſen Lagerorten vorherrſchend ein kalkiges oder mergeliges Bindemittel hat, ſo ſind ſeine Lagerungsverhältniſſe und Lagerorte bei der Beſchreibung der kalkigen Sandſteine näher angegeben worden und nicht hier.

c. Oolithiſcher Sandſtein: In einem bald thonigen, bald kalkigen Bindemittel liegen zahlreiche kleine Kalkſteinkugeln. In der Grauwackeformation von Narwa in Eſthland.

4) Uebergänge in andere Sandſteine kommen im thonigen Sandſtein ſehr häufig vor. Auf dieſe Weiſe nähert er ſich

dem kieſelig-thonigen Sandſteine durch Aufnahme von Kieſelſäure in ſein Bindemittel (z. B. im Unterquader der ſächſiſchen Schweiz; in der Grauwacke des Harzes);

dem eiſenſchüſſig-thonigen Sandſteine durch Aufnahme von mehr oder weniger Eiſenoxyd (ſo in der Buntſandſteinformation Thüringens);

dem mergeligen Sandſteine durch Aufnahme von Kalk (ſo in dem Keuper Schwabens; im Quader Sachſens);

dem bituminöſen Sandſteine durch Aufnahme von Kohlentheilchen (ſo in der Lettengruppe des Keupers bei Eiſenach).

Durch dieſe zahlreichen Uebergänge wird oft die Beſtimmung des gemeinen thonigen Sandſteins erſchwert.

5) Lagerungsverhältniſſe und Hauptlagerorte: Der gemeine thonige Sandſtein, welcher wohl ſtets eine deutliche Abtheilung

in Schichten oder auch in Platten und außerdem noch häufig durch §. 243.
ſenkrecht auf die Schichtſpalten ziehende Abſonderungsklüfte in mehr oder minder regelrechte Würfelmaſſen zeigt, wechſellagert entweder mit Sandſchiefern, Schieferthonen oder Mergeln oder er bildet Zwiſchenlagen zwiſchen mergeligen oder eiſenſchüſſigen Sandſteinen.

Man hat ihn bis jetzt in Formationen des verſchiedenſten Alters gefunden, ſo

a. in der devoniſchen Formation Rheinpreußens, namentlich im Wechſel mit rothen Kalkſchichten unmittelbar über den rothen Schieferthonen der unteren Etage; des Harzes im Wechſel mit Grauwackeſchiefer und Spirifer haltig;

b. in der Buntſandſteinformation, welche wohl überhaupt ſein Hauptſitz zu ſein ſcheint, ſo in der unteren Formations-Etage Rheinpreußens, wo er in enger Verbindung mit dem Knotenerze ſteht; ferner in der mittleren Formations-Etage Schwabens, wo er viel Schwerſpathgänge führt; endlich in dem oberen Buntſandſteine Thüringens und Frankens, wo er zwiſchen mergeligen Sandſteinen und thonigen Mergelſchichten Bänke bildet. — (An der Stopfelskuppe bei Eiſenach erſcheint er von Baſalt durchbrochen und gefrittet, ſäulenförmig abgeſondert und theilweiſe verglaſt);

c. in der Keuperformation: ſo in der Lettenkohlengruppe bei Eiſenach über den Lettenſchiefern und unter dem Dolomit mit Calamites arenaceus, in der oberen Keuperetage Schwabens, wo er grobkörnig iſt, Feldſpathſtückchen enthält, oft einem Granite ähnlich ſieht, und mit kaoliniſchem oder kalkigem Sandſteine in Wechſellagerung ſteht;

d. in der Wealdenformation: vielleicht der Haſtingsſand Englands (?);

e. in der Kreideformation: namentlich mancher Quaderſandſtein aus der Turongruppe Sachſens und Böhmens. Der bindemittelarme, feſte, feinkörnige Quaderſandſtein zwiſchen dem Plauenſchen Grunde und Lockwitzthale, deſſen Verbreitung bis unter die Stadt Dresden reicht. Er enthält ſehr häufig Pecten aequicostatus, Ostrea carinata, Ammonites Mantelli, Spongia saxonica und Holzſtämme mit Bohrlochausfüllungen von Gaſtrochänen (vgl. Geinitz, das Quadergebirge §. 26 ff.).

82. Eiſenſchüſſiger Sandſtein. §. 244.

(Rother Sandſtein; old red Sandstone z. Th.).

1) Gemenge: Das Bindemittel iſt ein innig mit Eiſenoxyd untermengter braunrother, bisweilen Kalk haltiger, Thon oder Lehm (eiſenſchüſſiger Thon). Die in demſelben liegenden Körner beſtehen vorherrſchend aus Quarz und ſind gewöhnlich hirſen- bis erbſengroß, bisweilen aber auch noch größer und geröllartig.

a. Das Bindemittel des rothen thonigen Sandſteins iſt entweder nur aus Thon und Eiſenoxyd zuſammengeſetzt oder noch mit äußerſt feinen, faſt mehlartigen Sandtheilen und ebenſo feinen, ſilberweißen Glimmerſchüppchen untermiſcht. Beim Schlämmen des Bindemittels mit heißem Waſſer trennen ſich dieſe Theilchen in der Regel vom Thon und bilden einen vom Thonſchlamm abgeſonderten Niederſchlag. — Das dem

§. 244. Thon beigemengte Eisenoxyd aber ist oft in solcher Menge vorhanden, daß es 20—40 Proc. von der Thonmasse beträgt (wie z. B. in einem devonischen Sandsteine in der Provinz Leon in Spanien).

b. Neben den Quarzkörnern sind oft auch kleine Stückchen Feldspath, Granit, Porphyr und Glimmerschiefer, sowie Lydit und Thonschiefer dem Bindemittel beigemengt (so bei Eisenach).

2) Zufällige Beimengungen: Außer blaugrünen oder auch rothbraunen, bisweilen eisenschwarz angelaufenen Thongallen und Hornsteinconcretionen ist der eisenschüssige Sandstein gewöhnlich sehr arm an fremdartigen Einschlüssen. Im Rothliegenden zeigt er hie und da Nester und Trümmer von Kalkspath und Reste von verkieseltem Holze (Psaronius); im Keuper Abdrücke von Equiseten und Calamites arenaceus und in den jüngeren Formationen einige Conchylien (Ammoniten, Pecten personatus u. a.).

3) Uebergänge: Nimmt die Masse des eisengekitteten Sandes im Bindemittel ab, so geht dieser Sandstein über in rothen Schieferthon, welcher gewöhnlich mit ihm wechsellagert; werden dagegen die eingemengten Steinbröckchen über erbsengroß, so geht er theils in Quarz-, theils in Granit-, Porphyr- oder Glimmerschieferconglomerat über, lauter Gesteine, welche ebenfalls oft durch Wechsellagerung mit ihm verbunden sind.

4) Lagerung und Hauptlagerorte: Der rothe Sandstein, welcher stets deutlich geschichtet ist, bildet hauptsächlich in folgenden Formationen bedeutende Ablagerungen:

a. In der devonischen Formation namentlich in England, einerseits zwischen der Linton- und Ilfracombegruppe, andererseits zwischen der letztgenannten Gruppe und der als oberstes Glied der ganzen Formation geltenden Pittongruppe (so in Herefordshire, Worcestershire und Shropshire, auch in Südwales; in Schottland auf der Südseite der Grampians quer durch das ganze Land; in Belgien; in Rußland in der oberen Etage der kurländischen devonischen Formation u. s. w.

b. In der Formation des Rothliegenden einerseits als ein grobkörniger Sandstein unter dem Quarzconglomerate in mächtiger, oft mehrere 100 Fuß starker Entwickelung, andererseits über dem Quarzconglomerate in Wechsellagerung mit den verschiedenen Conglomeraten und den Schieferthonen des Rothliegenden, so am Ostrande des Harzes, am Thüringer Walde (z. B. außerordentlich mächtig bei Eisenach); im Erzgebirge; in Böhmen und Schlesien ꝛc.

c. In der Buntsandsteinformation der Vogesen, wo ein grobkörniger bindemittelarmer Sandstein im Verbande mit einem Conglomerate die untere Ablagerung dieser Formation bildet; auch am Schwarzwalde, z. B. am Kniebis bei Kandern; auch an der Rhön hie und da.

d. In der Keuperformation, theils in der mittleren Gruppe — z. B. in Franken und Thüringen, wo ein braunrother Sandstein mit Calamites arenaceus hie und da auftritt; theils in der oberen Gruppe — z. B. in Schwaben.

e. In der Neocomformation Westphalens lagert ein ockergelber Sandstein mit Perna Muleti bei Looser unweit Oldenzaal, — und im

Gault des Teutoburger Waldes kommt bei Neuenhurſe ein rother Sandſtein mit Hornſteinconcretionen vor.

83. Kalkiger Sandſtein.

§. 245.

1) Gemenge: Das Bindemittel iſt vorherrſchend kohlenſaurer Kalk, welcher oft durch Aufnahme von Kalk mergelig, durch äußerſt feine Quarzkörnchen ſandig, durch kohlige Stoffe bituminös wird. Die in demſelben liegenden oft ſehr feinen Körner ſind vorherrſchend Quarz, Feldſpath oder auch dichter Kalk, häufig auch Glimmerblättchen.

Bisweilen beſtehen die Einmengungen auch aus lauter Muſchelſtückchen. Das Menge-Verhältniß iſt verſchieden. Bei manchen hierher gehörigen Sandſteinen iſt ſo wenig Bindemittel vorhanden, daß ſie als lockere Concretionen von Quarzkörnchen erſcheinen. Die Farbe iſt vorherrſchend grau ins Gelbliche oder Grünliche ziehend, ſeltner gelb oder weiß. Die Feſtigkeit und Härte meiſt nicht bedeutend, oft ſogar ſehr gering. — In Säuren zerfällt die ganze Steinmaſſe und zwar um ſo ſchneller und vollſtändiger, je reiner von Beimengungen das Bindemittel iſt.

2) Abarten:

a. Dolomitiſcher Sandſtein: Klein- bis feinkörniger Sandſtein, deſſen Bindemittel ſich wie Dolomit verhält. — In der Buntſandſteinformation des Saalthales bei Jena; der Südſeite des Hundsrückes bei Außen, der Vogeſen bei Sulzbach, Englands bei Briſtol.

b. Muſchelſandſtein: Feſter, oft conglomeratiſcher, bisweilen mergeliger, hellbrauner, bräunlichweißer, bisweilen auch durch grüne Körnchen grünlich gefärbter Sandſtein, deſſen vorherrſchend kalkiges Bindemittel eine unzählige Menge zerbrochener Muſchelſchalen einſchließt.

Bisweilen beſteht das Bindemittel ſelbſt aus einem Gemenge von feinem Sand und zerkleintem Muſchelſchutte. Dies iſt namentlich der Fall bei dem ſogenannten Muſchelconglomerate, in welches der Sandſtein durch Aufnahme von nußgroßen Geröllen von Quarz, Kieſelſchiefer, Porphyr und Granit übergeht.

Dieſer Sandſtein bildet in der jüngeren Molaſſeformation im oder am Jura bedeutende Ablagerungen über der gemeinen Molaſſe.

3) Als zufällige Beimengungen erſcheinen im Kalkſandſteine rothe Thonknauer, ſchalige Kugeln von Thoneiſenſtein, oft auch Glaukonitkörner, verkohlte Pflanzenreſte, Pechkohle, Bernſtein und verſteinerte Muſcheln u. ſ. w.

4) Hauptlagerorte: Der Verbreitungsraum der kalkigen Sandſteine befindet ſich vorzüglich in den jüngeren meſozoiſchen Formationen, ſo z. B.

1) Ein Theil des unmittelbar über der Keuperformation lagernden untern Liasſandſteins: feinkörnig, hellgrau, weiß, auch gelb (und dann mehr mergelig). Mit kohligen Flecken und Streifen von Eiſenocker und ſchaligen Nieren von Sphäroſiderit. Aehnelt in ſeinen Felsformen und Abſonderungen dem Quaderſandſtein (z. B. in Franken [Altenburg bei Bamberg], bei Helmſtedt und Alefeld).

§. 245. 2) In der obern Gruppe der Keuperformation in Schwaben.

3) In dem Haſtingsſand der engliſchen Haſtingsformation kommen bläulichgraue Lagen eines kalkigen Sandſteins vor, deſſen Oberfläche häufig mit warzigen Concretionen bedeckt iſt, und der in ſeinen untern Schichten durch Aufnahme von Quarzgeröllen conglomeratiſch wird (ſogenannter Tiglateſtone).

4) Am häufigſten und mächtigſten treten die kalkigen Sandſteine in den verſchiedenen Etagen der Kreideformation auf. Sehr häufig erſcheinen ſie hier mit Glaukonit untermengt (vgl. den Glaukonitſandſtein).

a. Aus den Neocombildungen gehört hierher ein eiſenſchüſſiger gelber Sandſtein, welcher in England das oberſte Glied dieſer Bildungen darſtellt und in Weſtphalen bei Looſer unter blauem Thon und über gelblichem, ſandigem Thon lagert.

b. Aus der Turongruppe: der Grünſand von Eſſen in Weſtphalen und zum Theil die glaukonitiſchen Sandſteine, welche in Sachſen unter dem Pläner lagern (vgl. den Glaukonitſandſtein).

5) Wahrſcheinlich gehört hierher auch ein Theil des Karpathenſandſteins, welcher mit ſandigen Mergelſchichten, ſchwarzen Mergelſchiefern und kieſeligen Kalkſteinen wechſellagert. Bemerkenswerth ſind die Steinölquellen, welche aus ihm hervortreten (Puſch).

6) Der Gurnigel-Sandſtein, welcher ſich in der weſtlichen Schweiz zwiſchen dem Molaſſegebirge und den Kalkalpen ausbreitet, bräunlichgrau und bläulichgrau iſt und bedeutende Feſtigkeit und Härte beſitzt (nach Studer).

7) Die Molaſſe, welche an der Nordſeite der Alpen in Verbindung mit der Nagelfluh das große Schweizer Becken ausfüllt, gehört auch theilweiſe hierher (vgl. den mergeligen Sandſtein).

8) In den miocänen Ablagerungen des Wiener Beckens lagern untergeordnete kalkige Sandſteine in der mächtigen Sandablagerung, welche daſelbſt über der Tegelbildung vorkommt (Türkenſchanze, Mödling ꝛc.).

83a. Mergeliger Sandſtein.

1) Gemenge: Das Bindemittel iſt mergelig, ſich bald mehr dem Kalkigen, bald mehr dem Thonigen nähernd, oft mit äußerſt feinem Sand untermiſcht, und manchmal durch kohlige oder harzige Stoffe bituminös oder durch Eiſenoxyd mehr oder weniger eiſenſchüſſig. Die eingemengten Körner rühren von Quarz, ſeltner von Kieſelſchiefer, Feldſpath und Kalkſpath her.

2) Unter den zufälligen Beimengungen ſind beſonders Kupfererze, Schwefeleiſen, Nickelkies, Kobaltglanz, Glimmer, Glaukonit und kleine Neſter von Pechkohle zu erwähnen.

3) Abarten des mergeligen Sandſteins:

a. Der graue Sandſtein des Grauliegenden: Das Bindemittel grau ins Schwärzliche, Gelbliche oder Weiße, bei der Verwitterung gelb oder weiß werdend, je nachdem es aus Thon- oder Kalkmergel beſteht; in der Regel mit feinem Sand untermengt und bituminös, letzteres oft ſo ſtark, daß es beim Glühen einen pechähnlichen Geruch und Dampf

verbreitet. In demſelben vorherrſchend Quarz- und Kieſelſchieferkörner, §. 245.
welche bisweilen zu wallnußgroßen Geröllen anwachſen und dadurch den Sandſtein conglomeratiſch machen.

Fein- bis grobkörnig; oft ſehr feſt. Deutlich geſchichtet. In ſeinen unteren Lagen in das Kieſelconglomerat des Grauliegenden, in den oberen Lagen dagegen in den bituminöſen Mergelſchiefer übergehend. Oft von Kalkſpathadern und Neſtern durchzogen und zufällig eingeſprengt oder angeflogen Malachit, Kupferlaſur, Kupferkies, Eiſenkies, Nickelkies, Kobalt oder auch Kobaltblüthe und Pharmakolith, bisweilen auch kleine Neſter von Bitumen (Anthracit) enthaltend.

b. Der Molaſſeſandſtein: ein fein- bis grobkörniger, bläulichgrauer, grünlicher oder graugelber, feſter oder lockerer Sandſtein, von welchem Studer mehrere Varietäten unterſcheidet:

1) Gemeine Molaſſe: In einem feinſandigen Mergel-Bindemittel liegen Körner von Quarz, Kieſelſchiefer, Feldſpath, oft auch weiße Glimmerſchuppen und ſchwarzgrüne Punktkörperchen. Im friſchen Zuſtande meiſt grünlichgrau und oft einer körnigen Grauwacke täuſchend ähnlich. Mit Säuren ſtark aufbrauſend. Leicht zerſprengbar. Zuweilen Stückchen Pechkohle und Knollen von Eiſenkies führend. Regelmäßig in 3—4 Fuß mächtige Bänke geſchichtet und wechſellagernd mit Nagelfluh oder mit bunten, zumal rothen und blauen, gelb gefleckten Mergeln (mergelige Molaſſe), welche oft ſchmale Lager von Pechkohle oder auch Gypsſtöcke einſchließt (Gegend von Genf, Lauſanne, Freiburg, Bern, Luzern).

2) Dichte Molaſſe: dicht, feſt, von großmuſcheligem Bruche, in Säuren nur ſchwer zerfallend, dunkelbläulichgrau, auch lauchgrün; dünnſchichtig und rhomboëdriſch zerklüftet. Auf den Schichtungs- und Spaltungsflächen oft mit braunem oder ſchwarzem Pflanzenſtaub (?) bedeckt. Wechſellagernd mit Nagelfluh oder auch mit ziegelrothen ſandigen Mergeln. (Beſonders in der Nähe der Alpen).

4) Lagerung und Hauptlagerorte: Der mergelige Sandſtein, welcher ſtets deutlich geſchichtet, oft ſogar in dünne bis ſchiefrige Platten abgetheilt erſcheint und außerdem nicht ſelten noch rhomboidale Abſonderungsmaſſen erkennen läßt, kommt außer den ſchon bei den Abarten genannten Lagerorten hauptſächlich vor:

a. In der Buntſandſteinformation Thüringens und Frankens, daſelbſt in mächtiger Entwickelung wechſellagernd mit dünnen Lagen von grünem und rothbraunem Mergel- und Sandſchiefer (z. B. in der Umgegend von Eiſenach).

b. In der Keuperformation Schwabens und Frankens.

c. In der Liasformation Schwabens lagert in der unteren Etage zwiſchen ſchwarzgrauen thonigen Kalkſteinen ein mergeliger Sandſtein, welcher mit mergeligem Thon abwechſelt und Thallaſſiten enthält. Daſſelbe iſt der Fall bei Eiſenach in Thüringen, wo er Gryphaea arcuata und Ammonites Bucklandi führt.

d. In dem braunen Jura Schwabens und Frankens.

e. In der Wealdenformation des nordweſtlichen Deutſchlands (im Bückeburgſchen und Schaumburgſchen und am Deiſter) lagert

§. 245. ein thonmergeliger Sandstein, welcher dem englischen Hastingssand entspricht, mit Mergelschiefern und Schieferthonen wechselt und Steinkohlenflöze einschließt.

f. Auch in den verschiedenen Abtheilungen der Kreideformation treten hie und da mergelige Sandsteine auf, so in der Neocombildung Westphalens (am Tönsberg bei Oerlinghausen?) und der Hilsmulde (bei Alfeld); in der Turongruppe Sachsens, namentlich auf der linken Elbseite von Zschendorf und Dohna in östlicher Richtung unter dem Quadermergel der Göser Höhe nach der Gegend von Rottwernsdorf und weiter ziehend.

g. Aus der eocänen Formation der Braunkohlengebilde gehört mancher Fucoidensandstein (namentlich im Glarus) hierher.

83b. Glaukonit- oder Grünsandstein. (Greensand).

1) Gemenge: In einem kalkigen oder mergeligen, seltner thonigen, Bindemittel liegen neben Quarzkörnchen kleine, dunkel- oder lauchgrüne Glaukonitkörnchen, oft in so großer Menge, daß durch sie die ganze Gesteinsmasse graugrün, lichtgrün oder grünlichgrau gefärbt erscheint. Das Gemenge fein- bis grobkörnig, meist fest. Bei der Verwitterung lichtbräunlich oder braunfleckig werdend.

2) Nähere Betrachtung des Gemenges und Abarten: Je nach der Größe und Vertheilung der Glaukonittheilchen in der Grundmasse kann man von vornherein zwei Abarten dieses Gesteins unterscheiden:

a. In der einen Abart liegen in dem kalkigen Bindemittel Quarzkörner und deutlich unterscheidbare, etwa bis hirsekorngroße, Glaukonitkörner einzeln eingebettet, so daß man das Bindemittel deutlich von den in ihm gebetteten Glaukonitkörnern unterscheiden kann. Diese Abart kann man kalkigen oder mergeligen Sandstein mit Glaukonitkörnern nennen.

b. In der zweiten Abart wird das Bindemittel aus einem innigen Gemenge von pulverigem Glaukonit mit Kalk und Mergel gebildet und es liegen in demselben Quarzkörner. In diesem Falle sieht das ganze Gestein ziemlich gleichfarbig graugrün oder grünlichgrau aus und man kann nicht mehr den Glaukonit vom Kalke unterscheiden. Diese Abart bildet den wahren Grünsand- oder Glaukonitsandstein.

Ueber die im sächsischen Quadergebirge vorkommenden glaukonitischen Sandsteine hat Geinitz („das Quadergebirge" S. 37 ff.) sehr lehrreiche Mittheilungen gemacht. Derselbe fand folgende Resultate: „Die kleinen rundlichen und stumpfeckigen Glaukonitkörnchen dieses Sandsteins zerblättern sich bei der Verwitterung in lauter concentrische Kugelhüllen und das Eisenoxydul des Glaukonites verwandelt sich dabei in Eisenoxydhydrat, wodurch die grünliche Farbe des Gesteins nach und nach in eine lichtbräunliche verändert wird." Den frischen Glaukonit greifen auch starke Säuren selbst in der Hitze nur sehr wenig an und man kann nur durch Glühen denselben aufschließen. (Glaukonit vgl. §. 685 S. 780 der Syn. der Min.).

3) Hauptlagerorte: Obgleich Sandsteine mit Glaukonitkörnchen auch schon in älteren Formationen gefunden worden sind (so in der Grau-

wackeformation von Bornholm und Petersburg), ſo gehören ſie doch vorherrſchend der Kreideformation an, wie überhaupt in dieſer Formation der Glaukonit nicht bloß in den Sandſteinen, ſondern auch in den Mergeln und Kalkſteinen eine ſehr gewöhnliche Beimengung bildet, weshalb auch die Benennung „Grünſandſteinformation" nicht verwerflich erſcheint.

a. In der Neocombildung Englands bildet der glaukonitiſche kalkige (oder kieſelige) Sandſtein die — an 65′ mächtige — oberſte Ablagerung.

b. Im Gault Weſtphalens bildet grauer Thon mit Zwiſchenlagen von Grünſandſtein, welcher ſehr quarzarm iſt, die obere Ablagerung (am Rothenberge und im Bette der Ems).

c. Am glaukonitreichſten erſcheint die Turongruppe ſowohl Deutſchlands wie Englands. Zu ihr gehören:

1) Der Grünſand von Eſſen über dem weſtphäliſchen Gault.

2) Der Grünſandſtein Sachſens, welcher die unterſten Schichten des unteren Quaders bildet und ſich namentlich da zeigt, wo der Quader unmittelbar auf dem Rothliegenden ruht (Gegend am linken Elbufer bei Coſtebande, Gollerode und Pabiſau); der glaukonitiſche kalkige Sandſtein, welcher wahrſcheinlich dem größten Theile der Quaderſandſteinfelſen der ganzen ſächſiſchen Schweiz unterlagert (bei Pirna; am ſchönſten aber dicht bei Groß-Cotta).

3) Der obere Grünſand Englands und der Inſel Wight, welcher mit Flint- oder Hornſteinknollen führenden, ſandigen Mergeln wechſellagert.

Alle dieſe Sandſteine lagern unter dem Pläner kalke oder dem Kreidemergel (bei Dower).

d. In den eocänen Bildungen der Braunkohlenformation treten glaukonitiſche Sandſteine und Sande auf; ſo an den Nordoſtalpen der mergelige, an Fucoiden reiche, Wienerſandſtein über dem Nummulitenſandſtein; dann in der Etage des unteren Meeresſandes im Seine-Becken. — Endlich iſt auch die gemeine Molaſſe der Schweizer Braunkohlenbildungen oft reich an Glaukonitkörnchen.

III. Claſſe: Fels- oder Gebirgsſchutt.

(Schotter z. Th.).

Charakter und Gruppirung deſſelben. — Im Allgemeinen §. 246.
ſind unter dem Fels-, Geſteins- oder Gebirgsſchutte alle loſen oder nur locker aneinander haftenden Zertrümmerungs-, Verwitterungs- und nicht kryſtalliſirbaren Zerſetzungsproducte der feſten, ſowohl kryſtalliniſchen wie klaſtiſchen, Geſteinsmaſſen der Erdrinde zu verſtehen. —

Je nach den Formen, unter denen dieſer Felsſchutt auftritt und je nach der Art ſeiner Entſtehung läßt ſich derſelbe in folgende Ordnungen, Gruppen und Sippen vertheilen:

§. 246. 1. Ordnung: Steinſchutt: Loſe Aggregationen von groben bis pulverkörnigen Geſteinstrümmern, welche in ihren einzelnen Individualmaſſen noch mehr oder weniger deutlich die mineraliſchen Eigenſchaften ihrer Muttergeſteine zeigen und vorherrſchend durch mechaniſche Zertrümmerung von Felsarten entſtanden ſind. — Je nach der Art ihrer Entſtehung unterſcheidet man von ihnen:

1. Gruppe: Vulcanenſchutt: Große bis pulverförmige Trümmer, welche bei den Eruptionen der Vulcane aus der Zerſtampfung der im Krater oder im Auswurfskanale angehäuften, ſchon erſtarrten oder noch im Schmelze befindlichen Steinmaſſen durch aufſteigende Dämpfe erzeugt und dann aus dem Krater ausgeſchleudert worden ſind. Ihrer mineraliſchen Beſchaffenheit nach erſcheinen ſie vorherrſchend als Zertrümmerungsproducte von leucitiſchen, baſaltiſchen und trachytiſchen Felsarten und demnach reich einerſeits an Augit oder Kalkhornblende und andererſeits an kieſelſäureärmeren und kalkerde- oder natronreichen Feldſpathmineralen, ſo an Kalkoligoklas, Labrador, Anorthit, Leucit oder Nephelin.

2. Gruppe: Verwitterungsſchutt: Große bis faſt pulverförmige Steintrümmer, welche theils durch mechaniſche Zertrümmerung von Felsarten, — ſei es durch Erdbeben, durch Bergeinſtürze oder durch gefrierendes Waſſer, — entſtanden, theils als unzerſetzte Reſte bei der chemiſchen Umwandlung von Felsarten übrig geblieben ſind. Ihrer mineraliſchen Beſchaffenheit nach erſcheinen ſie als Zertrümmerungsproducte theils von kryſtalliniſchen, theils von klaſtiſchen Geſteinen aller Art.

2. Ordnung: Erdſchutt: Krümelige oder auch pulverige — nie kryſtalliniſche — im angefeuchteten Zuſtande mehr oder weniger aneinander haftende und im Waſſer mehr oder weniger ſchlämmbare Aggregationen, welche bei der gänzlichen Zerſetzung von Felsarten als unter den gewöhnlichen Verwitterungsverhältniſſen nicht weiter zerſetzbare und in reinem Waſſer unlösliche Mineralſubſtanzen übrig bleiben. Unter ihnen ſind zu unterſcheiden:

1) Pulveriger, im Waſſer nur wenig ſchlämmbarer, Erdſchutt: Eiſenoxyd, Eiſenoxydhydrat, kohlenſaurer Kalk.
2) Krümeliger, im Waſſer ſtark ſchlämmbarer, Erdſchutt: Kaolin, gemeiner Thon, Lehm, Mergel.

Die in der eben angegebenen Gruppirung vorgeführten Abarten des Geſteinsſchuttes treten indeſſen nicht immer für ſich allein und in ſcharf abgegrenzten Maſſen auf: vielmehr bemerkt man in der Natur, daß alle Schuttmaſſen, welche noch einer weiteren Zerſetzung durch den Verwitterungsproceß fähig ſind, Gemiſche von Stein- und Erdſchutt bilden. Als ſolche ſtellen ſie alsdann die Boden- oder Ackerkrume-Arten, die eigentlichen Träger des Pflanzenlebens, dar. — Hierzu kommt noch, daß ſich mit dieſen nur aus Mineralſubſtanzen gebildeten Schuttmaſſen die Verweſungs- und Verkohlungsſubſtanzen der in oder auf

ihnen wohnenden Organismen mischen und durch ihre mannichfachen Zersetzungsproducte umwandelnd auf den mit ihnen gemengten Steinschutt einwirken.

1. Ordnung: Der Steinschutt.

Bestandesmassen desselben im Allgemeinen. — Alle festen Steinmassen, welche nicht mehr in Verwachsung mit denjenigen Erdrindemassen stehen, denen sie ihrer mineralischen Zusammensetzung nach angehören, welche also lose auf der Erdoberfläche oder in dem Erdboden eingesenkt oder auch auf dem Grunde der Gewässer umherliegen, gehören zum Steinschutte. §. 247.

An der Bildung dieses Steinschuttes arbeiten alle Potenzen und Agentien, durch welche überhaupt die festen zusammenhängenden Gesteinsmassen der Erdrinde zertrümmert werden können. Wo vulcanische Dämpfe sich aus dem sie zusammenpressenden Erdinnern mit Gewalt einen Ausweg nach der Atmosphäre bahnen, da zerbrechen und zerstampfen sie die Erdrindemassen, welche ihrem Zuge nach Außen hemmend entgegentreten, schleudern sie auch das von ihnen zermalmte Gestein mit furchtbarer Kraft oft weit weg aus dem von ihnen gewaltsam erbrochenen Abzugskanale; wo ferner das Meteorwasser sich durch Klüfte und Spalten in das Innere von Erdrindemassen eingeschlichen hat, da werden diese Massen auf die mannichfachste Weise zertrümmert, sei es nun, daß es die Unterlagen von denselben schlämmt oder löst, so daß nun Höhlungen entstehen, in welche die überlagernden Gesteinsstraten zusammenstürzen, sei es, daß das in Klüften und Spalten befindliche Wasser zu Eis erstarrt und hierbei seine Gesteinsumgebung zersprengt, sei es, daß das Wasser durch sich allein oder durch die ihm beigemischte Kohlensäure das Bindemittel von Conglomeraten und Sandsteinen fortfluthet, so daß nun die ihres Kittes beraubten Steintrümmer in loses Haufwerk zerfallen; wo ferner die brandende Meereswoge ihre felsigen Gestade peitscht, da werden unaufhörlich Bruchstücke des fortwährend erschütterten Ufergesteines losgeschlagen; wo endlich die Verwitterungsagentien die festen Gesteine der Erdrinde anätzen, da entstehen Trümmer aller Art, unter denen namentlich diejenigen hervortreten, welche bei der chemischen Zersetzung der einzelnen Felsgemengtheile als nicht verwitterbare Gesteinsreste übrig bleiben.

Nach dieser so mannichfachen Bildungsweise muß auch der Steinschutt sehr verschiedene Lagerungsorte besitzen. Am gewöhnlichsten zeigen sich seine Massen in der nächsten Umgebung seiner Muttergesteine, so namentlich der Verwitterungsschutt; sehr häufig aber trifft man auch seine Aggregationen oder Individualmassen weit entfernt von dem Orte ihrer Geburt. Regenwasserströme, Flüsse, Meereswogen, Gletscher, Lawinen und vulcanische Eruptionen — alle diese Agentien wirken auf die Dislocationen des Steinschuttes ein, wie im I. Abschn. §. 51 S. 156, §. 52 S. 158, §. 78 S. 248 und §. 82 S. 259 schon gezeigt worden ist.

§. 247. 1) Jeder starke Regenguß, vor allem ein sogenannter Wolkenbruch, führt eine große Menge großer und kleiner Felstrümmer von den Gehängen der Gebirge in die Thäler und Vorländer dieser letzteren, oft meilenweit weg. Führt ein solcher Regenstrom die Felsblöcke in Gebirgsbäche, so werden diese Blöcke in noch weit entferntere Gegenden transportirt. In dieser Weise gelangten 1861 im Juli unzählige Blöcke selbst vom nördlichen Abhange des Inselberges 2—4 Meilen weit bis nach Eisenach, ja selbst bis ins Werrathal bei Herleshausen und bildeten auf Aeckern und Wiesen fußhohe Ablagerungsmassen von 6 Zoll bis $1\frac{1}{2}$ Fuß durchmessenden Felstrümmern, deren Individuen ihrer mineralischen Zusammensetzung nach eine wahre Felsartensammlung von allen Bergketten des nordwestlichen Thüringer Waldes bildeten: Granite, Gneiße, Syenite, Diorite, Felsitporphyre, Porphyrbreccien, Achatkugeln, Melaphyre, Mandelsteine, Steinkohlenschiefer — kurz Gesteine der verschiedensten Modificationen lagen da bunt durcheinander in möglichst kleinem Raume.

2) In noch weit stärkerem Grade aber wie die Regenmassen und die durch sie angeschwellten Bäche, Flüsse und Ströme wirken auf die Fortfluthung des Steinschuttes die aufgeregten und ihre Gestade überschreitenden Meereswogen, sei es nun, daß sie diesen Schutt unmittelbar durch die Fluthgewalt ihrer Wassermasse auf die von ihnen überschütteten Landesmassen werfen, sei es, daß sie ihn mittelbar auf Eisinseln, welche auf ihrem Rücken schwimmen, nach entfernten Gegenden transportiren. Die Geologie weist es nach, daß all der Blöcke-, Geröll- und Sandschutt, welcher das norddeutsche Tiefland vom Rhein bis zur Weichsel und darüber hinaus bedeckt, theils von Norwegen, theils von Schweden, theils auch von Finnland stammt und durch die Fluthen des Meeres diesen ihren Geburtsländern entrückt worden ist, wie im folgenden Paragraph noch näher gezeigt werden soll.

3) Aber nicht bloß das Wasser, sondern auch der Schnee und das Eis entfernen den Steinschutt von seiner Geburtsstätte und wälzen ihn oft weit weg von dieser letzteren, wie schon bei der Beschreibung der Gletscher §. 78 S. 248 gezeigt worden ist. Ebenso tragen die schwimmenden Eisinseln, mögen sie nun aus den abgerissenen Enden nordischer, in das Meer hineinragender, Gletscher entstanden oder von dem Grunde der Gewässer in die Höhe gehobene Grundeismassen sein, den Steinschutt oft in weit entfernte südlich gelegene Landstriche. — Das Grundeis des Rheins transportirt Felsblöcke der Alpen bis in die Gegend von Straßburg, ja selbst bis Mainz. Und daß nach den Erfahrungen der Geologie die gewaltigen erratischen Blöcke des norddeutschen Tieflandes wenigstens zum Theil durch schwimmende Eisinseln aus Skandinavien nach Deutschland gekommen sind, ist oben schon erwähnt worden.

4) Ein gewaltiges Transportmittel für den Steinschutt endlich bilden die vulcanischen Dampfexhalationen. Diese, welche mit der größten Spannkraft sich aus dem Innern der Vulcane einen Ausweg nach Außen erbrechen müssen, schleudern die von ihnen im Krater der Vulcane losgebrochenen und zerstampften Steinmassen oft hundert und mehr Meilen weit, zumal wenn sie bei ihrer Thätigkeit von heftigen Luftströmungen unterstützt werden.

Nach allem eben Mitgetheilten zeigt demnach der Steinschutt im Allgemeinen zweierlei Lagerungsgebiete, nemlich:

a. primäre, wenn er noch in der nächsten Umgebung seiner Muttergesteine lagert, und

b. secundäre, wenn er an Orten lagert, welche sich mehr oder weniger entfernt von seiner Geburtsstätte befinden und nicht aus denjenigen Felsarten bestehen, aus deren Zertrümmerung er gebildet worden ist. Zu diesen secundären Lagerungsgebieten gehören nun nach dem Obigen:

1) die Betten der Bäche, Flüſſe, Ströme, Binnenſeen und des Meeres: ſie ſind die Sammelplätze des Steinſchuttes, aus welchen die Natur das Material zur Bildung neuer Erdrindelagen innerhalb der Waſſerbecken ſelbſt, theils zur Anhäufung von Schutt auf den ſie umgebenden Landesgebieten entnimmt; §. 247.
2) die Ufer- und Strandländereien aller Gewäſſer, von wo aus dann die Luftſtrömungen wenigſtens die leichteren Maſſen des Steinſchuttes mehr oder minder weit landeinwärts tragen, im Zeitverlaufe zu mehr oder minder mächtigen und weit ausgedehnten Aggregationen anhäufen und ſo das Material zur Entſtehung von Steppen, Wüſten und Sandböden liefern;
3) die Buchten, Thäler und Vorländereien der Gebirge. An allen dieſen Lagerorten erſcheint der Steinſchutt theils halb oder ganz von Erdkrume umſchloſſen, theils auch verdeckt von abgeſtorbenen oder vertorfenden Pflanzenmaſſen, am gewöhnlichſten aber nackt, loſe und dabei ſcheinbar ordnungslos durcheinander liegend. Bei einer genaueren Unterſuchung der Steinſchuttablagerungen an Gebirgsgehängen und in den von Bächen und Flüſſen durchzogenen Thälern und Auen wird man indeſſen in der ſcheinbar ganz ordnungsloſen Ablagerung ſeiner Individualmaſſen doch eine gewiſſe Ablagerungsordnung bemerken.

a. Wenn nicht Felsmaſſen, welche auf dem Kamme einer Bergkette hervortreten, durch den Froſt oder andere heftige Erſchütterungen zerſprengt worden ſind, ſo lagern die größten Blöcke dem Berggipfel, alſo ihrer Geburtsſtätte, am nächſten und die kleinſten Trümmer am unterſten Gehänge des Berges. In der Regel bemerkt man dann auch vor jedem großen Blocke eine bergabwärts ziehende und ſich nach unten verſchmälernde, zungenförmige Ablagerung von kleineren Blöcken und Sand.

b. Wenn dagegen auf der Höhe einer Bergmaſſe befindliche Felsmaſſen durch Froſt oder ſonſt gewaltſam wirkende Agentien zerſprengt werden, dann lagern in der Regel die größten Felsblöcke am untern Gehänge des Berges, und es befindet ſich dann ſehr gewöhnlich hinter ihnen eine bergaufwärts ziehende und nach oben hin ſich verſchmälernde Zunge von kleinem Gerölle und Sand. — Dieſe Schuttzungen hinter den größeren Blöcken können indeſſen nicht nur durch die Fallkraft der größeren und kleineren Steintrümmer, ſondern auch — und zwar vorzüglich — durch den Einfluß des Regens entſtehen.

c. Von den in dem Bette eines Gebirgsbaches abgeſetzten Steintrümmern gewahrt man vorzüglich:
die größten Blöcke in ſeinem jähabſchüſſigen Gebirgsbette,
die Gerölle in ſeinem ſanft geneigten Thalbette,
den Kies und Grand in ſeinem faſt ſöhligen Vorlandsbette,
den feinen Sand in ſeinem beinahe wagerechten Ebnenbette.

d. Von den auf den Ufergeländen eines Fluſſes oder Baches abgeſetzten Trümmern lagern dagegen

die Gerölle und Blöcke zunächst den Ufern, der grobe Sand hinter diesen und entfernter vom Ufer,
der feine Sand am entferntesten vom Ufer.

e. Der auf einem gewissen Landesraume abgelagerte Steinschutt zeigt auch häufig in seiner Gesammtmasse selbst eine gewisse Reihenfolge der Ablagerungsmassen, der zu Folge nach den Gesetzen der Schwere die größten Blöcke zuunterst, die kleinen Gerölle und Geschiebe darüber und der feinere Kies und Sand zuoberst lagern. In den meisten Fällen jedoch füllen die kleineren Gerölle und der Sand die Zwischenräume zwischen den gröberen Schuttindividuen in der Weise aus, daß diese letzteren eingebettet in der Masse der ersteren und oft sogar von ihr zusammengekittet erscheinen. In Thalgebieten, deren Fließwasser aus Gebirgen kommen und periodisch stark anschwellen, bemerkt man dann auch oft eine Wiederholung der eben angegebenen Reihenfolge von Schuttablagerungen.

Zusatz. Die mineralischen Arten des Steinschuttes, welche ein Fließwasser in einem und demselben Gebiete absetzt, bleiben sich indessen selbstverständlich immer gleich, wie die Mengen und Größen der einzelnen Individualmassen des Schuttes.

1) Kleinere Flußanschwellungen bringen nur
   a. Steinschutt von den naheliegenden Berggehängen,
   b. kleinere Schuttindividuen,
   c. geringere Schuttmengen.
2) Wenn aber in Folge von weit ausgedehnten, lange anhaltenden und sehr starken Meteorniederschlägen alle Gewässer des Regengebietes sehr stark anschwellen, dann erfolgen auch Schuttablagerungen aller Art aus dem ganzen Berggebiete, welches von den niederstürzenden Meteorwassern betroffen wird, und aus welchem Bäche hervorbrechen.

   Man kann hieraus einen Schluß nicht bloß auf die Menge des gerade niederfallenden Regens, sondern auch auf die Größe seines Benetzungsgebietes ziehen.
3) Die Neigungswinkel der Berggehänge, welchen ihr Schutt geraubt wird, übt ebenfalls in dieser Beziehung einen großen Einfluß aus: An schroffen Gehängen vermag ein und derselbe Meteorwasserniederschlag mehr fortzufluthen, als an sanften Gehängen.
4) Mit Steinschutt versehene Berggehänge, welche eine dicht schließende Pflanzendecke, namentlich von Bäumen, besitzen, werden selbst bei starken Regengüssen nur wenig ihres Schuttes beraubt.

1. Gruppe: Vulcanenschutt.

§. 248.

84. Arten des Vulcanenschuttes.

Alle diejenigen Mineral- oder Gesteinstrümmer, welche durch die, aus dem Innern eines Vulcanes mit der größten Spannkraft in die Höhe

drängenden, Dämpfe aus der Zerstampfung der im Eruptionskanale oder Krater vorhandenen vulcanischen Massen bereitet, dann in die Höhe geschleudert und endlich über oft große Strecken Landes in mehr oder minder gewaltiger Mächtigkeit ausgebreitet werden, nennt man Vulcanenschutt im Gegensatze zu den aus dem Krater ausfließenden Schmelzmassen, welche unter dem Namen der Lava das Bildungsmaterial zu hyalolithischen oder krystallinischen, namentlich trachytischen und basaltischen, Felsarten abgeben. §. 248.

Obgleich nun schon im Abschnitte A. da, wo von den vulcanischen Eruptionen und deren Producten, namentlich im §. 91 S. 290 und §. 94 S. 304, über die verschiedenen Arten dieses Vulcanenschuttes das Wichtigere mitgetheilt worden ist, so muß hier, wo von der Natur der Gesteinsschuttarten die Rede ist, noch Näheres über seine mineralische Beschaffenheit angegeben werden, zumal da dieselben, wie schon im §. 97 angedeutet worden, das Material zur Bildung der pyrogenen klastischen Gesteine liefern. Nach der Größe seiner Massenindividuen kann man den Vulcanenschutt eintheilen in groben und feinen.

a. Zu dem groben Vulcanenschutte nun gehören alle diejenigen Aggregationen desselben, deren einzelne Individuen wenigstens die Größe einer Haselnuß haben. Zu ihm gehören demnach:

1) Vulcanische Blöcke: über 1 Meter große Lavamassen, welche äußerlich verschlackt und meist auch blasig aussehen, aber in ihrem Innern ein glasiges, dichtes, bisweilen selbst feinkrystallinisches, Gefüge besitzen.

2) Vulcanische Bomben: über $^1/_6$ bis 1 Meter große, kugel-, ei-, birn-, citronen- oder gewunden-zapfenförmige Lavamassen, welche äußerlich zwar verschlackt oder glasig aussehen, aber in ihrem Kerne häufig ein Aggregat von schön krystallisirten Mineralien, so namentlich von Eisenglanz, Augit, Hornblende, Biotit, Sodalith, Nephelin, Leucit, Anorthit, Sanidin und Melanit, umschließen (vgl. §. 94 S. 305).

3) Lavafladen oder Schlackenkuchen: kuchenförmig breitgedrückte Lavaklumpen, welche bei ihrem Niedersturze zur Erde noch weich waren und in Folge dessen sich breitdrückten.

4) Bimssteingerölle: Größere und kleinere, eckige und abgerundete, Trümmer von Bimsstein. In der Umgebung älterer Vulcane bisweilen mächtige Ablagerungen bildend, so in Deutschland in der Umgebung des Laacher Sees und von ihm aus quer durch das Rheinthal bis in den Westerwald und das Nahethal.

5) Lapilli oder Rapilli: Hasel- bis wallnußgroße, eckige oder abgerundete, schlackige oder poröse, dunkelgraue bis schwarze, Lavatrümmer.

b. Zu dem feinen Vulcanschutte dagegen gehören diejenigen Aggregationen desselben, deren einzelne Individuen unter haselnußgroß sind und bis zur Feinheit von staubigem Pulver herabsinken; also folgende Arten:

6) Vulcanischer Sand: Hirsekorn- bis erbsengroße, oft Pfefferkörnern ähnliche (— daher Piperino genannte —) Lavabröckchen in Untermengung mit Glassplittern und Krystallen von Leucit, Glimmer, Augit, Melanit, Olivin u. s. w. Durch Abnahme seiner Körnergröße übergehend in:

7) Vulcanische Asche (s. folgenden Paragraph).

§. 249. **84 a. Beschreibung der vulcanischen Asche.**

1) Bestand: Pulver- oder staubartige, schwärzliche, graue oder weißliche, seltner braune Aggregationen, welche theils aus vollständig zerstäubter Lava, theils aus kleinen, aber deutlichen, Kryställchen von Sanidin, Leucit, Augit, Biotit, Olivin, Melanit u. s. w., sowie aus Glas- und Schlackensplitterchen bestehen und in ihrer mineralischen Zusammensetzung überhaupt den, ihre Muttermineralien bildenden, Laven entsprechen.

1) Unter dem Mikroskope erscheint die Asche vorherrschend als ein Aggregat von kleinen glasigen Scherben, Splittern und Perlen oder Glastropfen, welche mit Gasen oder Dämpfen erfüllt sind, und zwischen denen außer den oben genannten kleinen Krystallen schneeflockenähnlich zusammengeklumpte, äußerst zarte Aggregate von Augit- und Magneteisen-Mikrolithen zahlreich vorhanden sind.

2) Im Allgemeinen gehört die Asche ihrem Mineralbestande nach theils den trachytischen und andesitischen, theils den basaltischen (Feldspath-, Nephelin- und Leucitbasalt) Felsarten an. Indessen ist doch auch nicht zu übersehen, daß dieselbe nicht nur an den verschiedenen Vulcanen, sondern auch von den einzelnen Ausbrüchen eines und desselben Vulcanes wenigstens nach ihrem Gehalte an feldspathigen Gemengtheilen verschiedenartig ist. Nur in ihrem Gehalte an kalkreichem Thonerdeaugit scheinen alle übereinzustimmen. Auch scheinen die älteren Aschen mehr Labrador und Kalkoligoklas, die jüngeren aber mehr Natronoligoklas, Nephelin oder Leucit zu enthalten.

3) Wie der Mineralgehalt, so bleibt sich auch die Asche nach ihrem chemischen Bestande nicht immer gleich, wie folgende Aschen-Analysen zeigen werden:

Asche von	SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	FeO	MnO	CnO	MgO	K^2O	Na^2O	HO
1. Vesuv 1822 .	53,64	17,91	—	5,75	—	7,15	1,92	4,42	9,55	—
2. Ebendaher . .	51,75	19,52	—	6,46	—	4,62	1,73	2,72	10,22	—
3. Hekla 1845 .	59,20	15,20	9,60	—	—	4,82	0,60	6,74	6,74	3,03
4. Ebendaher .	56,89	14,18	—	13,35	0,54	6,23	4,06	2,64	2,35	—
5. Aetna (von Cavasecca) . .	48,737	17,866	12,756	—	—	5,495	2,534	2,015	4,502	6,630
6. Ebendaher .	49,143	19,149	17,256	—	—	6,576	2,281	1,284	13,437	1,016
7. Casonne auf Zaccolaro . .	47,218	13,579	17,664	—	—	5,225	3,100	1,547	4,794	6,333
8. Catania (im Novbr. 1843)	46,309	16,846	9,850	4,480	—	10,276	5,439	1,411	3,340	—
9. Trecastagni (1811)	51,804	18,408	8,417	3,952	—	7,491	4,312	1,617	4,614	0,476
10. Java (vom Guntur)	51,64	21,89	—	10,79	—	9,34	3,32	0,55	2,92	0,40

Bemerkung. Die vorstehenden Analysen sind aus Rothe's „Gesteins-Analysen" entlehnt, und zwar ist:

Nr. 1 und 2 nach Dufrénoy. Die Asche war sehr fein und rauh anzufühlen; sie stammte ihrem Bestande nach von einem Leucitophyr.

Nr. 2 nach Canell. Sie war am 2. September 1845 gesammelt, bildete ein hellbraunes Pulver und stammte ihrem Bestande nach von einem Augit-Andesin ab.

Nr. 4 nach Geuth. Sie war 1845 aus der Nähe des neuen Kraters am Hekla genommen, ſchwarzgrau und enthielt ihrem Beſtande nach, ebenſo wie Nr. 3, Oligoklas, Augit, Olivin und Magneteiſen. §. 249.

Nr. 5 bis 9 von Sartorius von Waltershauſen (Vulcan-Geſteine 1853). Nr. 5 war gelb, titanhaltig, ließ Labrador und Augit wahrnehmen. — Nr. 6 war rothbraun, ſonſt wie vorige. — Nr. 7 ebenfalls gelbbraun. — Nr. 8 war hellgrau, ſtaubförmig, reagirte ſauer. — Nr. 9 war ſchwarz, feinkörnig und gegen Ende des Ausbruchs 1811 gefallen.

Nr. 10 von Schweizer. Die Aſche ſchwarzgrau und gefallen am 25. November 1843.

Alle die Aſchen von Nr. 5 bis Nr. 10 ergaben nach ihrem chemiſchen Gehalte: Labrador, Augit und etwas Olivin nebſt Magneteiſen, und ſtammten demnach von doleritiſcher oder baſaltiſcher Lava ab.

Neben dieſen eben angegebenen, mehr weſentlichen, chemiſchen Beſtandtheilen finden ſich namentlich in der friſch ausgeworfenen Aſche noch mancherlei Subſtanzen, welche erſt durch die aus dem Heerde der Vulcane aufgeſtiegenen Dämpfe in dieſelbe gelangt ſind, ſei es nun ſchon fix und fertig, ſei es erſt aus den Beſtandtheilen der Aſche durch die Dampfbeſtandtheile erzeugte. Zu dieſen nicht zum Weſen der Aſche gehörigen, ſondern erſt hinzugetretenen Beſtandtheilen gehören namentlich Salzſäure, ſchwefelige Säure, Kohlenſäure, bisweilen auch noch Schwefelwaſſerſtoff, alſo lauter Stoffe, welche ätzend und zerſetzend auf den Beſtand der Aſche einwirken und aus ihrem:

Thongehalte ſchwefelſaures Thonerdehydrat (Haarſalz und Alunit);

Thonerde- und Alkaligehalte: ſchwefelſaure Kali- oder Natronthonerde (Alaun);

Natrongehalte: ſchwefelſaures Natron (Glauberſalz), kohlenſaures Natron und Kochſalz;

Kaligehalte: ſchwefelſaures Kali (Glaſerit), kohlenſaures Kali und Chlorkalium;

Kalkgehalte: ſchwefelſaure Kalkerde (Gyps) und kohlenſauren Kalk (Calcit und Aragonit);

Eiſengehalte: ſchwefelſaures Eiſenoxydul, Eiſenchlorid und auch Eiſenkies

bereiten können. Zu den eben erwähnten Säuren geſellen ſich außerdem noch Salmiak (Chlorammonium) und Chlornatrium (Kochſalz), zwei Salze, welche in der Regel ſchon fertig von den Dämpfen abgeſetzt werden und auch mannichfach zerſetzend auf die Aſche einwirken können, denn ſowohl der Salmiak wie das Kochſalz werden durch die in der Aſche haftende ſchwefelige Säure in der Weiſe zerſetzt, daß einerſeits ſchwefelſaures Ammoniak (Mascagnin) und ſchwefelſaures Natron (Glauberſalz) entſteht und andererſeits Chlor oder Chlorwaſſerſtoff frei wird, welches nun wieder zerſetzend auf die Aſche ſelbſt einwirkt. In dieſer Weiſe werden alſo zugleich mit dem Vulcanenſchutte eine Menge verſchiedener Subſtanzen erzeugt, welche ſchon vom Augenblicke ihrer Entſtehung an mannichfach auf die Umwand-

§. 249. lung dieses Schuttes einwirken und dessen Zersetzung um so mehr befördern, je feiner zertheilt seine Masse ist, je zugänglicher folglich die kleinsten Theile derselben für diese Agentien sind. Schon aus diesen Gründen darf es nicht auffallen, daß der feine Sand und die Asche der Vulcane sich schon kurze Zeit nach ihrem Auswurfe mannichfach verändert zeigen.

4) Die Auslaugungsproducte der Asche zeigen sich sehr verschieden. Im Allgemeinen herrschen jedoch Kochsalz, Salmiak, Glaubersalz, Soda und Gyps vor, während Kalisalze nur in geringen Mengen oder gar nicht beobachtet werden. Indessen ist auch bei diesen Salzen das Qualitäts- und Quantitätsverhältniß sehr verschieden. Frische, eben erst aus dem Krater geschleuderte Asche zeigt stets mehr und verschiedenartigere Auslaugungsproducte, als Asche, welche schon längere Zeit an der Luft gelegen und durch Regen mehr oder minder ausgelaugt worden ist. — Eine ganz besondere Beachtung verdienen unter den ebengenannten Auslaugungsproducten die Ammoniaksalze, vor allem der Salmiak. Viele Beobachtungen deuten darauf hin, daß derselbe schon fertig und dampfförmig dem Krater und anderen Ausbruchsstellen entquillt; es sind aber auch andere Beobachtungen vorhanden, welche es nicht unwahrscheinlich erscheinen lassen, daß sich derselbe auch aus der Einwirkung von salzsäurehaltiger, heißer Lava oder Asche auf stickstoffhaltige Organismenreste erst außerhalb des Kraters entwickelt; denn nach Roth („der Vesuv" S. 319) zeigt sich „der Salmiak auf der Lava nur da, wo sie über Culturland hinläuft." Endlich jedoch sprechen auch Erscheinungen dafür, daß sich dieses Ammoniaksalz in und über dem Krater durch Einfluß von salzsauren Dämpfen auf dem Stickstoff der atmosphärischen Luft erzeugen kann. Alle drei Bildungsweisen sind möglich. Die Mengen dieses Salzes sind nach manchen Eruptionen so groß, daß es einen wichtigen Handelsartikel abgiebt.

2) Verbreitung und Mächtigkeit der vulcanischen Asche: Wenn man bedenkt, daß ein Ausbruch von Vulcanschutt oft viele Tage nach einander ununterbrochen und mit großer Heftigkeit fortdauern kann, daß ferner ein und derselbe Vulcan wiederholt und zu verschiedenen Zeiten seinen Schutt über ein und dasselbe Landesgebiet schleudert, daß endlich auch heftige Luftströmungen die ausgeschleuderten Massen des feinen Sandes und der Asche oft über 100 Meilen weit tragen und über entfernte Länderstrecken ausbreiten können, wie dieses z. B. noch beim letzten Ausbruch des Hekla geschah, dessen aus Bimssteinstaub bestehende Asche bis weit nach Norwegen und Schweden hin flog (— vgl. Th. Kjerulf in der Tageszeitung von Christiania d. d. 9. und 15. April 1876 —), dann wird man zugeben, daß die Aschenmassen einerseits namentlich in der nächsten Umgebung des sie producirenden Vulcanes oft eine Mächtigkeit von vielen Hunderten von Fußen und andererseits eine Ausbreitung von sehr vielen Quadratmeilen Landes erreichen können.

2. Gruppe: Verwitterungsschutt.

Beschreibung und Arten desselben. — Alle diejenigen Gesteins- §. 250.
trümmer, — von den viele Hundert Centner schweren Blöcken herab bis zu den hirsekorngroßen Sandkörnern, — welche theils durch die mechanisch wirkende Gewalt sowohl des tropfbaren wie des zu Eis erstarrenden Wassers, theils durch den Verwitterungsproceß von den festen Felsmassen der Erdrinde losgetrennt worden sind, gehören zur Gruppe des Verwitterungsschuttes.

Wie den Vulcanenschutt, so kann man auch den hierher gehörigen Schutt nach der Größe seiner Massenindividuen in groben und feinen eintheilen.

85. Grober Verwitterungsschutt.

1) Bestand: Frische oder verwitterte Felsblöcke, Gerölle und Geschiebe von allen möglichen Felsarten, den mannichfachsten Formen und den verschiedensten Größen bis herab zu den haselnußkleinen Rollsteinen.

1) Obwohl im Allgemeinen jede Felsart bei ihrer mechanischen Zertrümmerung wenigstens zeitweise groben Felsschutt liefern kann, so sind es doch vorzugsweise diejenigen Gesteine, deren Masse nicht leicht zerrieben, geschlämmt, gelöst oder chemisch zersetzt werden kann. Steinsalz wird demgemäß nur an solchen Orten, in welchen es selten regnet und überhaupt ein trocken warmes Klima herrscht, sich längere Zeit als grobes Gerölle halten können. Gyps dagegen kann sich schon länger in Blöcken und Geröllen, ja selbst als grober Sand halten. Conglomerate und Sandsteine mit reichem thonigem Bindemittel, ebenso Schieferthone werden namentlich an feuchten Ablagerungsorten sehr bald so mürbe, daß sie in immer kleiner werdende Trümmer zerfallen. Dasselbe ist auch der Fall mit Trümmerfelsarten, welche ein reichliches mergeliges Bindemittel haben. Lagern diese letzteren an Orten, welche fortwährend von kohlensäurehaltigem Wasser berieselt werden, wie dies z. B. an den Gehängen waldiger Berge oder in Culturländereien der Fall ist, dann zerfallen ihre Schuttmassen sehr bald in Gerölle oder Sand. — Wenn dagegen solche Conglomerate ein stark eisenschüssiges oder von erstarrter Kieselsäure durchzogenes Thonbindemittel haben, dann widerstehen ihre Schuttmassen sehr lange den Angriffen des Wassers.

2) Der grobe Steinschutt erscheint in der Regel von Außen nach Innen hin mehr oder weniger angewittert, ja oft trifft man an dem Schutte der gemengten krystallinischen Gesteine einzelne seiner mineralischen Gemengtheile in andere krystallinische Mineralien umgewandelt, welche eigentlich nicht zum wesentlichen Bestande des Schuttmuttergesteines gehören. So bemerkt man z. B. oft in dem Granit-Gneißschutte des norddeutschen Tieflandes Granaten, welche äußerlich in grünen Pistazit (Epidot); Hornblende, welche äußerlich theils in Magnesiaglimmer, theils auch in Pistazit oder in Eisengranat; Orthoklas, welcher lagenweise in Kaliglimmer umgewandelt ist.

§. 250. In Folge dieser Anwitterung hat der Steinschutt äußerlich häufig ein ganz anderes Ansehen als sein ursprüngliches Muttergestein. Ist seine Verwitterung nicht bis in das Innerste seiner Masse vorgeschritten, so kann man sein wahres Gemenge noch beim Zerschlagen dieser letzteren bemerken. So findet man im Tieflande Granitblöcke, welche in ihrer äußeren Lage rothbraune, weiter nach Innen gelbliche und in ihrem Kerne weißliche Feldspathe besitzen; an Glimmerschieferbergen Blöcke, welche äußerlich blutroth, fast dem Lithionglimmer ähnlich, innerlich aber eisenschwarz aussehen. — Bei Geröllen, welche lange vom Wasser hin- und hergeschoben und äußerlich ganz glatt gescheuert worden sind, ist dies aber sehr häufig auch umgekehrt, denn diese sehen äußerlich oft ganz frisch aus, während ihr Inneres ganz verwittert ist. Dies gilt namentlich von den Gesteinstrümmern mit schiefrigem, flaserigem, lückigem oder rissigem Gefüge.

3) Seinem äußeren Ansehen und seiner Bildung nach kann man im Allgemeinen den groben Gesteinsschutt unter vier Sippen bringen, nemlich

a. in frischen oder Sprengschutt, welcher durch gewaltsame Sprengung von Felsmassen, sei es durch gefrierendes Wasser oder durch Bergschlüpfe entstanden ist und äußerlich frisch und scharfkantig aussieht;

b. in Bröckel- oder Verwitterungsschutt, welcher aus losgebröckelten Felstrümmern besteht und äußerlich matt und verwittert aussieht;

c. in Schliff- oder Schwemmschutt, welcher vom Wasser angefluthet ist und äußerlich mehr oder weniger abgerundet, glatt und oft scheinbar ganz frisch aussieht.

4) Der Größe seiner einzelnen Individuen nach unterscheidet man beim groben Felsschutt:

a. Blöcke: über kopfgroße Trümmer;

b. Gerölle: abgerundete, hasel- bis höchstens kopfgroße Trümmer;

c. Geschiebe: von der Größe der Gerölle, aber flachscheibenförmig;

d. Grus: eckige und abgerundete, erbsen- bis haselnußgroße Trümmer von gemengten krystallinischen Gesteinen. Jedes Grusindividuum zeigt noch die Gemengtheile seiner Mutterfelsart;

e. Kies: hanf- bis erbsengroße Körner von einfachen Gesteinen.

2) Lagerorte: Wie schon oben in der allgemeinen Einleitung angegeben worden ist, so lagert der grobe Gesteinsschutt theils in der nächsten oder doch näheren Umgebung seiner Mutterfelsarten, theils oft viele Meilen entfernt von seinen Entstehungsorten. Lagert er in der nächsten Umgebung seiner Mutterfelsart, so besteht seine Masse nur aus den Trümmern dieser letzteren und er erscheint in dieser Beziehung einfach oder einartig. Wenn aber die Bergmassen seiner Geburtsstätte aus mehr als einer Felsart bestehen, wie dies z. B. da der Fall ist, wo eine Bergmasse von anderen Felsarten mehrfach durchsetzt erscheint, oder wo diese Bergmasse aus verschiedenen über einander lagernden Gesteinsschichten

beſteht, dann zeigt ſich auch ſchon der an ſolchen Orten entſtandene Stein- §. 250.
ſchutt gemengt und um ſo verſchiedenartiger, je mehr ſein Entſtehungsort verſchiedene Felsarten enthält. Man kann indeſſen in dieſem Falle noch immer leicht die Muttergeſteine dieſer Art von gemengtem Geſteinsſchutte ausfindig machen. Viel ſchwieriger werden jedoch alle dieſe Verhältniſſe, wenn der Geſteinsſchutt durch Gewäſſer ganz aus dem Bereiche ſeiner Bildungsſtätten und ſeiner Muttergeſteine entrückt und weit von dieſen entfernt in den Vorländern ſeiner Heimath abgeſetzt worden iſt; denn dann erſcheint er vielfach gemengt und zuſammengehäuft von Trümmern aller derjenigen Landesgebiete, welche von den Gewäſſern, die ſeine Individuen zuſammengefluthet haben, durchzogen und beraubt worden ſind.

So befinden ſich z. B. in den Steinſchuttmaſſen, welche die Werra nördlich von Creuzburg (1 Meile nördlich von Eiſenach) abgeſetzt hat, Felstrümmer von allen Bergen des nördlichen und ſüdlichen Gehänges vom nordweſtlichen Thüringer Walde (Granit, Gneiß, Glimmer-, Kieſel-, Chloritſchiefer, Syenit, Diorit, Melaphyr und Felſitporphyr von allen Abarten, Hyperſthenfels, Gabbro, die verſchiedenen Glieder des Rothliegenden, der Zechſtein- und Steinkohlenformation), dann vom Frankenwalde die Glieder der Thonſchieferformation, weiter vom thüringiſchen und fränkiſchen Berglande die verſchiedenſten Glieder der Buntſandſtein-, Muſchelkalk-, Keuper- und Liasformation, endlich Baſalt und Dolerit — kurz von allen den Landesgebieten, welche theils von der Werra ſelbſt, theils von allen ihren Nebenflüſſen durchzogen werden. Von allen den eben angegebenen Felstrümmern nimmt aber die Werra gar manche, wenigſtens die kleineren, vollſtändig abgerundeten und nur ſchwer zerſtörbaren noch weiter mit ſich bis in das Flachland der Weſer.

Noch viel ſchwieriger endlich iſt die Urſprungsſtätte von denjenigen Felstrümmern ausfindig zu machen, welche auf den weiten Strecken des fern von allen Gebirgen liegenden Tieflandes ausgebreitet vorkommen, wie dies unter anderem in dem norddeutſchen, zwiſchen dem Rheine und der Weichſel lagernden, Tieflande der Fall iſt.

Um in dieſem Falle errathen zu können, aus welchen Gebirgs- und Landesgebieten die ſo zuſammengewürfelten Felstrümmer ſtammen, muß man vor allen Dingen die in den Trümmern vorhandenen Felsarten vergleichen mit denjenigen Geſteinsarten, welche die die Lagerſtätte umgebenden Gebirgsländer enthalten. Faſt jedes Gebirge nemlich zeigt beſtimmte, nur ihm eigenthümliche, Modificationen von einer und derſelben Felsart, wie man unter anderen ſchon bei der Vergleichung der Granite vom Harze, Thüringer Walde und Fichtelgebirge bemerken kann. Indem man alſo in dieſer Weiſe die im norddeutſchen Tieflande vorkommenden Felstrümmer mit den Felsarten aller mitteldeutſchen, britanniſchen, ſkandinaviſchen und angrenzenden ruſſiſchen Gebirgsländer verglich, kam man zu dem Reſultate, daß dieſe Blöcke vorherrſchend von den Gebirgen Skandinaviens und Finnlands abſtammten. Indem man aber in dieſer Vergleichung noch ſpecieller verfuhr, fand man ſogar auch, daß in den Landesgebieten

zwiſchen Rhein und Elbe vorherrſchend norwegiſche,
zwiſchen Elbe und Oder norwegiſche und ſchwediſche,

§. 250. zwischen Oder und Weichsel namentlich schwedische und finnländische Felsartentrümmer

auftreten.

Außer diesem, aus dem Bestande der Felstrümmer entlehnten, Bestimmungsmittel benutzt man auch die Vertheilungsrichtung der auf einem Landesgebiete ausgestreuten Felstrümmer, um ihre ehemalige Heimath aufzufinden. So hat man aus der von West nach Ost hinziehenden Vertheilung der norddeutschen Trümmer geschlossen, daß sie von Norden nach Süden hin ausgefluthet worden sind. Endlich nimmt man auch noch gewisse, äußere Erscheinungen an der Oberfläche der größeren Trümmer zu Hülfe, um die ehemalige Heimath dieser letzteren aufzufinden. In dieser Weise hat man z. B. an der Außenfläche sehr vieler norddeutscher Blöcke stark gescheuerte Flächen mit von Nord nach Süd gerichteten Reibungslinien oder Ritzen beobachtet und daraus gefolgert, daß sie bei ihrem Transporte in der Richtung ihrer Fortbewegung stark an ihrer Unterlage abgerieben worden seien.

Ueber die Individuenarten des Felsschuttes in der nächsten und näheren Umgebung seiner Muttergesteine bedarf es weiter keiner Worte, wohl aber ist es nicht überflüssig, wenn hier noch eine Uebersicht der Arten und der Vertheilung wenigstens der — unter dem Namen der erratischen Blöcke, nordischen Geschiebe oder Findlinge allbekannten — Felstrümmer im norddeutschen Tieflande angegeben wird.

Uebersicht der wichtigeren Gesteinsarten in den erratischen Blöcken des Tieflandes zwischen Rhein und Weichsel.

Gesteinsarten.	Bemerkungen über Bestand derselben.	Specielles Vorkommen.
1. Granit.	Röthlicher od. braunrother, vollkommen blättriger Orthoklas. Häufig mit Granaten und grünem Pistazit, auch Dichroit; selten Turmalin.	Zwischen Eider und Rhein, namentlich in Holstein, südwärts sehr wenig; am häufigsten zwischen Elbe und Oder (ausgezeichnet bei Liebenwalde); dann wieder östlich von der Oder abnehmend.
2. Gneiß.	Vorherrschend Oligoklas, sonst grobflaserig, oft mit Hornblende, Granat und Dichroit.	Zwischen Eider und Rhein sparsam, aber bis Emmerich am Rhein; zwischen Elbe und Oder sehr häufig, namentlich in Brandenburg und nach Schlesien hin; zwischen Oder und Weichsel stellenweise sehr häufig (Belgard u. Lauenburg in Pommern).
3. Syenit.	Vorherrschend Oligoklas, bald dem Granit, bald dem Diorit ähnlich.	Meist vereinzelt in Holstein, Mecklenburg u. Hannover; häufiger in Brandenburg (zwischen Potsdam und Treuenbrietzen).
4. Diorite.	Sehr kleinkörnig, oft fast dicht.	In Mecklenburg und Brandenburg häufig.
5. Diabase.	Dicht oder porphyrisch.	In Mecklenburg.
6. Hyperite.	Grob- bis mittelkörnig.	Potsdam; Miekenhagen in Mecklenburg. Hypersthenfels häufiger als Gabbro in Brandenburg.
7. Hornblendefels.	Schwarzgrün, blättrig-körnig bis dicht.	Mecklenburg und Brandenburg.

Uebersicht der wichtigeren Gesteinsarten in den erratischen Blöcken des Tieflandes zwischen Rhein und Weichsel. (Fortsetzung).

Gesteinsarten.	Bemerkungen über Bestand derselben.	Specielles Vorkommen.
8. Basalt und Anamesit.	Meist mit vielen gelbgrünen Olivinkörnern.	Vorzüglich zwischen Eider und Weser, Lüneburger Haide.
9. Glimmerschiefer.	Dünnblättrig, eisenschwarz.	Vorzüglich in Holstein, Mecklenburg, weniger in Brandenburg.
10. Felsitporphyr u. Porphyrit.	Rothbraun od. graulichrothbraun mit kleinen weißen Feldspathkrystallen.	Nächst dem Granit und Diorit am häufigsten in Holstein, Mecklenburg und Brandenburg.
11. Grünsandstein u. Kieselconglomerat.	Meist kleine Trümmer.	Zerstreut im ganzen westlichen Gebiete (Holstein und Mecklenburg) bis zur Oder.
12. Kalksteine.	Hauptsächlich aus der Grauwackeformation Schwedens und der russischen Ostseeprovinzen.	Zerstreut durch das ganze Gebiet zwischen Elbe und Weichsel. Massenhaft in Pommern (Umgegend von Lauenburg), aber auch häufig in Brandenburg, Holstein und Mecklenburg.
13. Flintknollen.	Am häufigsten in den Elbe-Oderländereien und von da sich bis Schlesien erstreckend.	

Soviel über die im norddeutschen Tieflande ausgestreuten Felstrümmer. Es sind, wie oben schon gesagt, hier nur diejenigen Arten derselben angegeben worden, welche durch ihre Menge einen Einfluß auf die im Tieflande vorkommenden Sand- und Erdkrumenbildungen ausüben. Daß aber außer ihnen auch noch hie und da einzelne Trümmer von verschiedenen anderen Felsarten, so selbst von Trachyt, Eklogit, Lava ꝛc., aufgefunden worden sind, und daß man aus allen den schon bis jetzt aufgefundenen Trümmern eine vollständige Sammlung aller Felsarten und der wichtigeren Repräsentanten des Mineralreiches, ja selbst der für die Grauwacke-, Jura- und Kreideformation bezeichnenden Versteinerungen zusammenbringen kann, das haben Boll, Vortisch, Klöden, von dem Borne u. A. in den unten angegebenen Werken gezeigt.

Lagerungsverhältnisse der eben betrachteten Felstrümmer. — §. 251. Gewöhnlich zwar liegen die Felsschuttmassen ihrer Entstehung gemäß lose auf oder halb eingesenkt in der Oberfläche ihrer Unterlage, wie man dies namentlich an allem Verwitterungs- und Sprengschutte bemerken kann; allein sehr häufig — und beim Schwemmschutte sogar sehr gewöhnlich — findet man dieselben auch einerseits eingebettet in Erdschutt oder auch mehr oder weniger verkittet theils durch festgewordenen Erdschlamm, theils auch durch Kalksinter, welchen das Wasser nach und nach zwischen seinen einzelnen Individuen abgesetzt hat, ja selbst durch Raseneisenmassen oder erhärtete Kieselsäure. Andererseits bemerkt man diese Trümmer-Ablagerungen oft tief in den verschiedenen Anschlämmungsmassen des Diluviums eingebettet und zwar in verschiedenen Tiefen und mehreren übereinander folgenden Regionen oder Etagen, — ein Beweis,

daß der Abſatz von ſolchen Trümmern durch das Waſſer in verſchiedenen und öfter wiederkehrenden Zeiträumen ſtattgefunden hat.

In dieſer Weiſe fand man nach Glocker (a. a. O. S. 776 ff.) beim Bohren eines arteſiſchen Brunnens im Kaſernenhofe zu Breslau von oben nach unten in einer Tiefe von 61—77 Fuß eine Ablagerung von ſchwärzlichgrauem Thon mit 2—4 Zoll durchmeſſenden Geſchieben von Granit, Gneiß, Felſitporphyr, Syenit, Diorit, Quarzconglomerat, rothem Sandſtein, Quarz, Feuerſtein u. ſ. w., und dann wieder in einer Tiefe von 99—113½ Fuß zahlreiche kleine Gerölle. Eine ähnliche Erfahrung machte man bei einem anderen Bohrverſuche auf dem Bahnhofe bei Breslau. — Ueberhaupt aber machte man ſowohl bei dieſen, wie anderen ähnlichen Verſuchen die Erfahrung, daß die groben Gerölle in den oberen, die kleineren in den unteren Tiefen des Schwemmlandes auftraten. — Auch Boll machte ähnliche Erfahrungen; er fand, daß

1) alle großen Gerölle Mecklenburgs und des angrenzenden Pommerns aus Granit, Syenit, Diorit und Porphyr, die kleineren Gerölle aber namentlich aus Kalkſteinen, Sandſteinen u. ſ. w. beſtehen;
2) die größeren aus Granit, Syenit, Diorit und Porphyr beſtehenden Gerölle in der Regel auf oder dicht unter der Erdoberfläche; die größten Kalk-, Sandſtein- und Schiefergerölle dagegen faſt nur unter denſelben liegen.

Endlich bemerkt man auch öfters, daß grobe Felstrümmer, welche in ihrer erdigen Unterlage ganz vergraben liegen, allmählich aus der Oberfläche der letzteren hervortreten, als würden ſie „von unten nach oben gehoben" oder „als wüchſen ſie in der Erde." Die Erſcheinung kann dadurch hervorgerufen werden, daß das ſie bedeckende Erdreich entweder theilweiſe weggeſchlämmt wird oder in Folge von wiederholter Auflockerung und Durchnäſſung ſich zuſammenzieht und ſenkt.

Bemerkung: Zur Bearbeitung der vorſtehenden Tabelle über die Verbreitung der erratiſchen Blöcke wurden benutzt:

Klöden: Beiträge zur mineralogiſchen und geognoſtiſchen Kenntniß der Mark Brandenburg. 6. Stück 1833.

Boll: Geognoſie der deutſchen Oſtſeeländer zwiſchen Eider und Oder. Neubrandenburg 1846.

Boll: Geognoſtiſche Skizze von Mecklenburg (III. Bd. der Zeitſchrift der deutſchen geolog. Geſellſchaft 1851, S. 436—460).

von dem Borne: Zur Geognoſie der Provinz Pommern (XIV. Bd. der Zeitſchrift der deutſchen geolog. Geſ. 1857, S. 482—490).

von Bennigſen-Förder: Das nordeuropäiſche ..... Schwemmland in tabellariſcher Ordnung ſeiner Schichten 1863.

Glocker: Ueber die nordiſchen Geſchiebe der Oderebene um Breslau und: „Neue Beiträge zur Kenntniß nord. Geſchiebe ꝛc." (Im 24. und 25. Bande der Verhandlungen der L. Carol. Akademie 1855 und 1856).

Bortiſch: Ein Wort in Bezug auf nordiſche Geſchiebe ꝛc. (In Boll's Archiv des Vereins der Freunde der Naturgeſchichte Mecklenburgs 1863.

Senft: Lehrbuch der Geſteins- und Bodenkunde. Berlin 1876.

§. 252. 85 a. Feiner Verwitterungsſchutt oder Sand.

1) Beſtand: Loſe, in ganz erdfreiem Zuſtande ſelbſt nicht bei Durchfeuchtung feſt aneinander haftende, Zuſammenhäufungen von eckigen

oder abgerundeten, mehlfeinen bis höchſtens erbſengroßen, Körnern oder §. 252.
auch Schüppchen von den verſchiedenartigſten Mineralien und Geſteinen, hauptſächlich aber von ſolchen, welche nicht oder nur ſehr langſam oder ſchwer in Erdkrume umgewandelt werden können.

1) Der feine Verwitterungsſchutt oder Sand entſteht theils aus der *mechaniſchen Zerkleinerung* des groben Steinſchuttes, ſei es durch gänzliche Zerſprengung von Felsblöcken, ſei es durch Zerreibung von Steinmaſſen während ihres Transportes in Gewäſſern, ſei es durch allmähliches Abſchlämmen des Bindemittels von Sandſteinen oder auch der Krume von ſandreichen Erdbodenarten; — theils *auf chemiſchem Wege* dadurch, daß aus einer gemengten Felsart durch die Verwitterungsagentien die zerſetzbaren Gemengtheile ſo lange ausgelaugt oder ausgeſchlämmt werden, daß zuletzt nur noch die ſehr ſchwer oder gar nicht zerſetzbaren Gemengtheile (— z. B. titanhaltiges Magneteiſenerz oder Eiſenglanz oder Quarz —) zurückbleiben.
2) Es kann demnach jedes Mineral und jede Felsart in der eben angegebenen Weiſe bei ſeiner mechaniſchen Zertrümmerung Sandkörner bilden; aber dieſe Sandkörner werden nur dann für die Dauer ihren Sandcharakter behalten, wenn ſie nicht aus Mineralarten beſtehen, welche durch die Atmoſphärilien oder die Verweſungsſubſtanzen der Organismen zerſetzt werden können. Es ſind daher *veränderliche* und *unveränderliche* Sandarten zu unterſcheiden. Zu den erſteren ſind die aus Feldſpath, Glimmer, Augit, Hornblende, Diallag, Hyperſthen, Granat, Kalkſtein oder Gyps beſtehenden Sandkörner zu rechnen; zu den unveränderlichen Sandarten aber gehören namentlich die Körner des Quarzes, des Eiſenglanzes und des Magneteiſenerzes. — *Nur veränderlichen Sand* werden hiernach bei ihrer Zertrümmerung alle diejenigen Felsarten produciren, welche nur aus zerſetzbaren Mineralien beſtehen; *zum Theil veränderlichen* Sand, dagegen geben namentlich alle gemengten kryſtalliniſchen Felsarten, welche neben ihren verwitterbaren Gemengtheilen Quarz oder titanhaltiges Magneteiſenerz enthalten.

Indem nun aber im Verlaufe der Zeit die zerſetzbaren Sandkörner verſchwinden, wird ein Sandgehäufe immer reicher an unzerſetzbaren Mineralkörnern. Hierin liegt der Grund, warum ein Sandgehäufe um ſo reicher an Quarz- und um ſo ärmer an zerſetzbaren Mineralkörnern erſcheint, je älter es iſt. Indeſſen iſt hierbei doch auch nicht außer Acht zu laſſen, daß, — wie dem Verfaſſer zahlreiche Unterſuchungen gelehrt haben, — einerſeits der Sand der gemengten kryſtalliniſchen Geſteine und des Sandſteines der älteren Formationen, — welche ihre Ablagerungsgebiete in der Nähe ihrer ehemaligen Muttergeſteine haben, wie dieſes z. B. der Fall iſt beim Rothliegenden und Buntſandſteine, — reicher an noch zerſetzbaren Körnern iſt, als der aus Sandſteinen der jüngeren Formationen (— z. B. aus Quaderſandſteinen —) entſtandene, und andererſeits der von Fließgewäſſern in Buchten, Thälern und Auen

§. 252. abgeſetzte Sand mehr zerſetzbare Mineralreſte (namentlich Feldſpath- und Glimmertheile) enthält als der von den Wellen des Meeres angefluthete Sand, wie man ihn z. B. häufig an den Dünenhügeln bemerkt.

2) Abarten des Sandes: Je nach der Größe und Beſchaffenheit ſeiner Körner, ſowie nach der Art ſeines Hauptgemengtheiles unterſcheidet man von einem Sandgehäuſe folgende Abarten:

a. nach der Größe ſeiner Körner

1) Perlſand: Hanfkorngroße, $1^1/_2$ bis 2 Linien durchmeſſende, eckige und abgerundete, eckige oder abgerundete, Perlen oft nicht unähnliche, vorherrſchend aus Quarz beſtehende, Körner;

2) Grobſand: Hirſekorn- ($^3/_4$ Linien-) große Körner;

3) Feinſand oder Quell-, Trieb- oder Mahlſand: Mohnſamen- ($^1/_2$ bis $^1/_4$ Linien-) große, abgerundete und glänzende Körner, welche die Eigenſchaft beſitzen, große Mengen Waſſers in ihrem Gehäuſe anzuſammeln, aber über demſelben eine ſcheinbar zuſammenhängende Decke zu bilden, welche beim Durchſtoßen oder Durchtreten auseinander weicht, aber auch augenblicklich wieder zuſammenquillt oder treibt, ſo daß von einem in ihr eingeſunkenen Körper nicht einmal mehr die Einſinkungsſtelle zu bemerken iſt. Dieſer gefährliche Sand bildet mächtige Ablagerungen z. B. an der friſchen und kuriſchen Nehrung. — Seine pulver- bis ſtaubförmige Abart bildet

4) den vom Winde leicht beweglichen und transportirbaren Staub- oder Flugſand, das häufige Bildungsmittel der Dünen, aber auch der Sandwüſten;

b. nach der Art ſeines Hauptgemengtheiles:

1) den vorherrſchend aus Quarzkörnern beſtehenden, dabei aber oft auch viel zerriebene Conchylien- und Korallenreſte oder auch ganze mikroſkopiſche Conchylienſchalen enthaltenden und dann mit Salzſäure aufbrauſenden und ſich theilweiſe löſenden, Quarzſand; und

2) den, vorherrſchend aus Körnern von titanhaltigem Magneteiſenerz beſtehenden, Magnet- oder Titaneiſenſand.

Wegen ihrer geologiſchen Bedeutung bedürfen dieſe beiden Sandarten einer näheren Beſchreibung.

1. Der Quarzſand.

1) Beſtand: Loſe oder nur ſehr wenig zuſammenhängende Aggregate, welche vorherrſchend aus Quarzkörnern beſtehen:

1) Die Quarzkörner wechſeln von der Größe eines Hanfkornes bis zur unmeßbaren Kleinheit. Gewöhnlich erſcheinen ſie weiß, weißgrau oder waſſerhell, oft aber ſind ſie auch mit einer feinen Rinde von Eiſenoxyd, Eiſenoxydhydrat, kohliger Subſtanz oder Glaukonit überzogen und dann ockergelb, rothbraun, grauſchwarz oder blaugrün gefärbt. — Das ſpec. Gew. dieſes Sandes beträgt im Mittel = 2,67.

2) In der Regel bildet der Quarzſand loſe Aggregate, häufig aber werden ſeine Körner durch thonige, kalkige oder bituminöſe Beimengungen locker zuſammengehalten oder wohl auch verkittet. Durch Bergtheer zuſammengekittete Sandmaſſen bilden im Braunkohlengebiete von Lobſan im Rheinthale und bei Höningen unweit Celle im Hannoverſchen mehr oder minder bedeutende Ablagerungen. Intereſſant ſind auch die Zuſammenkittungen des loſen Sandes durch Eiſenoxydhydrat, wodurch Knollenbildungen mancher Art (ſogen. Ortſand oder Ortſtein) in Sandablagerungen hervorgebracht werden. §. 252.

2) Beimengungen: Rechnet man den faſt nur aus durchſichtigen Quarzkörnern beſtehenden Sand der Libyſchen Wüſte ab, ſo wird man nur höchſt ſelten Sandablagerungen finden, welche ganz frei wären von Beimengungen irgend einer Art. Am häufigſten zeigen ſie ſich untermiſcht mit Glimmerblättchen (z. B. im Braunkohlengebiete des norddeutſchen Tieflandes); mit Feldſpathkörnchen; mit Feuerſteinknollen, welche oft die ſchönſten Korallen enthalten; mit unzähligen Kohlenſtäubchen, welche ſeine Maſſe dunkelgrau bis braunſchwarz färben und formbar machen (— ſo im Braunkohlengebiete der Mark Brandenburg der ſogenannte Formſand —).

Am reichlichſten an Beimengungen iſt gewöhnlich der Sand, welchen Gebirgsgewäſſer in den Buchten, Thälern und im Vorlande der Gebirge ablagern; in ihm zeigen ſich außer Geröllen verſchiedener Art, namentlich Körner von Titaneiſenerz, abgeſchliffene Kryſtalle und Stückchen von Hornblende, Augit und Granat, bisweilen auch von Topas, Turmalin, Beryll, Zinnerz oder ſogar von Gold (Gold- und Edelſteinſeifen Braſiliens, des Urals, am Rheine, in Thüringen u. ſ. w.).

In den unermeßlichen Sandanhäufungen der Steppen, Wüſten, Dünen und großen Ebenen dagegen finden ſich verhältnißmäßig nur wenig beigemengte Mineralſubſtanzen: in ihnen zeigen ſich namentlich nur zuſammengefluthete Petrefacten und Pflanzenreſte, bisweilen ganze Baumſtämme, aber auch Bernſtein.

Nicht ſo iſt es mit den Sandablagerungen, welche ſich zwiſchen den mergeligen und kalkigen Schichten der Tertiär-, der Kreide- und überhaupt der älteren Formationen befinden. Dieſe beſitzen ebenſo gut ihre eigenthümliche Fauna, wie die ſie umgebenden Kalk- und Mergelmaſſen. So enthalten die weißen oder gelben Sandlager, welche das oberſte Glied der weſtphäliſchen Senongruppe bilden, an der Hardt und in der hohen Mark unter andern Exogyra laciniata, Pholadomya caudata, Callianassa Faujasii u. a. — In den bei Alzei und Kreuznach lagernden und das unterſte Glied der daſigen Miocänformation bildenden Sandſchichten kommen Pectunculus crassus, Cyprina rotundata und andere Conchylien dieſer Formation vor. Ganz ähnlich zeigen die im Pariſer Eocänbecken lagernden Sandſchichten dieſelben Conchylien, wie die zwiſchen ihnen befindlichen Grobkalkablagerungen.

3) Abarten: Je nach den dem Quarzſande in großer Menge beigemengten Subſtanzen unterſcheidet man folgende Abarten:

§. 252. a. Glimmerſand: weißer Quarzſand untermiſcht mit zahlreichen kleinen Glimmerſchüppchen. Häufig in den Braunkohlengebieten Norddeutſchlands.

b. Thonſand: gelber oder weißer Sand mit feinen Thontheilchen untermiſcht oder auch locker zuſammengekittet. Oft nur beim Schlämmen mit Waſſer ſeinen Thongehalt zeigend; oft aber auch ſo viel Thon beſitzend, daß er einen mürben Sandſtein bildet. In dem Mainzer Becken bei Alzei.

c. Kalkſand: Sandkörner untermiſcht mit Kalktheilchen, welche ſich oft erſt bei der Behandlung mit Säuren erkennen laſſen, oft aber auch die Sandkörner zu einer Art Sandſtein verkitten. Im Kreidegebiete Weſtphalens.

d. Eiſenſand (Ironſand): Durch beigemengtes Eiſenoxyd oder Eiſenoxydhydrat rothbraun oder gelb gefärbter Sand; durch ſtarke Beimengungen dieſer Oxyde bisweilen zu wahren Eiſenſandſteinen verkittet. In dem Kreidegebiete von Yorkſhire und in der Senongruppe an der Hardt in Weſtphalen. Im Diluvium Nord- und Weſtdeutſchlands als Ortſtein und Geeſtſand.

e. Grünſand: Durch feine Körnchen oder Häutchen von Grünerde grau- oder blaugrün gefärbter Quarzſand. Theils im Gebiete der Neocombildungen Englands und in der Turongruppe Weſtphalens; theils in der unteren Etage der Eocänformation des Seine-Beckens.

f. Formſand: ein ſtaubförmiger, mit Glimmer und Kohlenſtaub untermiſchter Quarzſand in der Braunkohlenformation der Mark Brandenburg.

g. Pechſand: mit Erdpech mehr oder weniger zuſammengekitteter Sand im Braunkohlengebiete bei Lobſan im Rheinthale; geht bei Erhärtung ſeines Kittes in Aſphaltſandſtein über.

h. Muſchelſand und Muſchelgrus: Quarzſand untermiſcht mit zahlreichen größeren und kleineren Stückchen und auch einzelnen, wohlerhaltenen Exemplaren von Muſcheln. — Eine der merkwürdigſten Ablagerungen dieſer Art findet ſich auf Uddevalla in Schweden, an der weſtlichen Seite der Halbinſel, oberhalb eines mehr als 200 Fuß hohen Gneißfelſens. Sie enthält Muſcheln, wie ſie gegenwärtig in den umliegenden Meeren noch leben. Ganz ähnliche Ablagerungen ſind in der Vendée, in der Gegend von Nizza, in Sicilien bei Catanea und auf vielen andern Inſeln zu ſehen.

4) Durch die Beimengungen, welche die Quarzkörner mehr oder weniger zum Ganzen verkitten, werden mancherlei Uebergänge des loſen Quarzſandes in lockere und feſte Sandſteine oder auch in ſandige Mergel herbeigeführt, wie bei den Abarten ſchon gezeigt worden iſt.

5) Lagerungsverhältniſſe und Hauptlagerorte: Der Quarzſand, welcher entweder eine Art horizontaler Schichtenabtheilung oder nur ganz ſchichtloſe Zuſammenhäufungen wahrnehmen läßt, bildet theils für ſich allein mächtige Ablagerungen, theils wechſellagert er mit Sandſteinen, Thonen, Mergeln, Kalkſteinen oder auch mit Braunkohlenflötzen.

Sein Verbreitungsbezirk ist in der That ein unermeßlicher und fort- §. 252.
während noch zunehmender zu nennen. Wo eine Quelle dem Schooße der Erde entsprudelt, da umgiebt sie sich mit einem Bette von Sand; wo Bäche, Flüsse und Ströme das Land überfluthen oder überhaupt ihren Schlamm absetzen, da bilden sie auch Lager von Sand; wo die Meereswoge ihre gewaltigen Sandvorräthe am flachen Gestade auswirft, da entstehen die unfruchtbaren Sanddünen, deren Flugsand der landeinwärts stürmende Seewind als mächtige Staubwolken vor sich hertreibend über fruchtbare Landesebenen ausbreitet und dieselben dadurch in öde Wüsten und Steppen umwandelt.

Auf diese Weise also finden und bilden sich Quarzsandablagerungen überall, wo nur Wasser hingelangen kann, vorausgesetzt, daß dieses selbst erst aus Gebieten kommt, wo es Material zu solcher Sandbildung erhält. Verhältnißmäßig arm an dergleichen Sandmassen sind manche Kalkgebirgsländer. — Am massigsten entwickelt aber erscheinen dieselben in den nächsten Umgebungen der Meeresgestade in der Gestalt der schon genannten Dünen, deren wellenförmige, parallel hinter einander liegende Hügelreihen oft weit in das Innere des Landes reichen (an der Nord- und Ostsee); ferner in den großen Strecken des germanischen und sarmatischen Diluvial-Tieflandes; ferner im südwestlichen Frankreich in den haidereichen „Les Landes", wo sie in das Landinnere vordringend, die Menschen aus ihren Wohnsitzen vertrieben (?); endlich in wirklich grausiger Mächtigkeit in den kolossalen Wüsten und Steppen Afrikas und Asiens. Aber nicht bloß in dem Gebiete der Al- und Diluvionen, sondern auch in den älteren Formationen finden sich mächtige Sandbildungen, obgleich im Allgemeinen anzunehmen ist, daß die losen Quarzsandablagerungen in den älteren Formationen von der Kreide an abwärts immer mehr und mehr verschwinden, so daß sie in den ältesten Formationen gewissermaßen nur ausnahmsweise zum Vorschein kommen.

2. Der Magneteisensand.

(Titansand; sandiges Magneteisen; Menakan).

1) Bestand: Lose Gemenge kleiner und sehr kleiner eckiger Körnchen, Blättchen und Krystallstückchen von Quarz, Glimmer, Augit, Olivin, Melanit, Zirkon, Spinell, vorherrschend aber von titanhaltigem Magneteisenerz.

Nur selten besteht dieser Sand fast ganz allein aus kleinen, eckigen Körnchen von titanhaltigem Magneteisenerz; in der Regel erscheint dieses letztere mehr oder weniger untermischt mit den oben genannten Mineralien, zu denen sich häufig auch noch kleine Bröckchen von Lava, Basalt, Trachyt und Bimsstein gesellen. Wahrscheinlich ist er ein Zertrümmerungsproduct trachytischer und basaltischer Gesteine.

2) Hauptlagerorte: Dieser Sand bildet in der Regel nur kleine und oberflächliche, höchstens 1 Fuß mächtige, Ablagerungen im Bette oder in der nächsten Umgebung hauptsächlich solcher fließender oder stehender Gewässer, welche aus dem Gebiete von vulcanischen Gebirgen kommen oder

ſich in demſelben befinden. Seltener kommt er auf Inſeln und in ſolchen Ländern vor, welcher in keiner — wenigſtens in keiner wahrnehmbaren — Beziehung zu Vulcanen ſtehen. Dies letztere iſt namentlich der Fall auf den Inſeln Uſedom und Wollin, wo dieſer Sand nicht bloß über die Oberfläche der ganzen Inſel verbreitet iſt, ſondern auch am Strande an den Dünen und tief in Schluchten maſſig abgelagert vorkommt.

Außerdem ſind als Lagerorte dieſes eigenthümlichen Sandes noch zu nennen:
die Umgegend des Laacher Sees bei Andernach;
die ganze Umgegend von Neapel;
in Ungarn, am Ufer der Donau bei Viſſegrad;
die Ufer des Balaton-Sees;
auf Teneriffa die Küſte bei Guimar;
in Cornwall bei Menakan.

2. Ordnung: Erdſchutt.

§. 253. **Allgemeine Beſchreibung deſſelben.** — Wie ſchon bei der Beſchreibung des Verwitterungsproceſſes angegeben worden iſt, ſo bleiben bei der Zerſetzung aller zuſammengeſetzten Silicate, welche viel kieſelſaure Thonerde, Magneſia, Eiſenoxydul oder auch Eiſenoxyd enthalten, durch die Einwirkung des, Sauerſtoff und Kohlenſäure haltigen, Meteorwaſſers nach Auslaugung aller Alkalien und alkaliſchen Erden mineraliſche Subſtanzen zurück, welche nicht weiter durch die eben genannten Atmoſphärenſtoffe verändert werden können, ſo vor allen Thon, Eiſenocker oder auch Speckſtein. Diejenigen von dieſen Rückſtänden nun, welche

1) nicht kryſtalliſirbar ſind, ſondern in der Form von Krümeln oder Krumen oder auch von klumpigem Pulver auftreten;

2) im durchfeuchteten Zuſtande mehr oder weniger Anhaftung (Bindigkeit) zwiſchen ihren einzelnen Maſſetheilchen beſitzen und einen mehr oder weniger formbaren Teig bilden können;

3) eine ſo bedeutende Waſſeranſaugung und Waſſerhaltung beſitzen, daß ſie ſich durch Waſſer in die möglichſt feinſten Theilchen zertrennen laſſen und dann in demſelben lange ſchwebend erhalten (ſchlämmbar ſind) und mit demſelben einen farbigen Schlamm bilden;

4) ſich aber trotzdem im Waſſer nicht (vollſtändig) löſen laſſen; — dieſe Subſtanzen allein ſind als das wahre Bildungsmaterial des Erdſchuttes zu betrachten. Indeſſen iſt es unter allen im Waſſer unlöslichen und auch durch die Atmoſphärilien nicht weiter zerſetzbaren Verwitterungsproducten des Mineralreiches allein die gewäſſerte kieſelſaure Thonerde oder die Thonſubſtanz, welche in inniger Miſchung mit Eiſenoxydhydrat die oben genannten und für die wahre Erdſchuttbildung weſentlichen Eigenſchaften beſitzt. — Verſteht man daher unter Erdſchutt die krümlichen, unkryſtalliniſchen, im trockenen Zuſtande loſen, pulverig-ſtaubigen, bei der mäßigen Durchfeuchtung aber einen formbaren Teig und bei vollſtändiger Durchwäſſerung einen zarten Schlamm bildenden, Mineralaggregationen, ſo iſt die Thonſubſtanz das Hauptbildungsmittel derſelben.

Beschreibung der Thonsubstanz und Uebersicht ihrer Abarten. — §. 254. Wie schon in der Syn. der Min. S. 786 mitgetheilt worden ist, so besteht die Thonsubstanz wesentlich aus wasserhaltigem Thonerdesilicat, welches im Normalzustande 47,0 Kieselsäure, 39,2 Thonerde und 13,7 Wasser besitzt, aber in der Regel theils durch fein zertheilte, innig beigemischte Kieselmehl-, Eisenoxyd-, Manganoxyd-, Kalk- oder Eisencarbonat- oder selbst Kochsalz- und Alaunttheilchen, theils durch ungleich beigemengte, fühlbare Quarz- und Feldspathsandkörner, Glimmer-, Eisenglanz- oder Humusschüppchen verunreinigt erscheint. Im ganz ausgebildeten, wirklich erdigen Zustande zeigt sich dieselbe während ihres trockenen Zustandes theils klumpig und fest, theils staubig-erdig und mager anfühlbar; dabei klebt sie an der feuchten Lippe, saugt begierig Wasser ein, aber bleibt dabei äußerlich trocken und entwickelt beim Anhauchen, Befeuchten und Erwärmen einen dumpfen, ammoniakalischen Geruch (— sogenannten Thongeruch —). Im durchfeuchteten Zustande dagegen zerfällt sie in eine weiche, seifige Masse, welche sich schneiden, kneten und formen läßt; im ganz durchnäßten Zustande endlich bildet sie mit Wasser einen zarten Schlamm, welcher sich mehr oder minder fest allen von ihm berührten Körpern anheftet und alle Lücken der letzteren vollständig ausfüllt.

Diese Eigenschaften kommen jeder Thonsubstanz zu; im Uebrigen aber zeigt sie je nach den in ihrer Masse vorhandenen Beimengungen mancherlei Abweichungen, wie man aus den in folgender Uebersicht angegebenen Abarten ersehen kann:

Die Thonsubstanz erscheint

- rein mineralisch und frei von Verkohlungssubstanzen:
  - frei von Eisenoxydhydrat: weiß ins Gelbliche, Graue od Bläuliche; an der Zunge wenig klebend; beim Glühen nicht roth werdend; auch nicht schmelzend:
    - mit Wasser einen formbaren, aber nicht klebenden Teig bildend: **Kaolin** (Nr. 86).
    - mit Wasser einen nicht formbaren Schlamm bildend. Gierig Fett einsaugend: **Walkerde** (Nr. 87).
  - Eisenoxydhydrat haltig und darum unrein ockergelb, lederbraun bis braunroth. Beim Glühen stets roth werdend und zuletzt verglasend od. zur Schlacke schmelzend. An der Zunge stark klebend:
    - Kalklose, nicht mit Säuren brausende Thonsubstanz. Theils mechanisch mit Sand od. Glimmer untermischt, theils durchdrungen von Kochsalz, Alaun und andern Salzen:
      - salzfrei, nicht an der Zunge einen Geschmack erzeugend.
        - Fetter, am Fingernagel sich glättender, in dünne Stengel auswalzbarer Thon: **Töpferthon** oder **gemeiner Thon** (Nr. 88).
        - Magerer, am Fingernagel sich wenig oder nicht glättender, nicht in dünne Stengel auswalzbarer Thon. Reich an Sand und oft auch an Glimmer:
          - b. Thon in inniger und gleichmäßiger Untermischung mit feinem Quarzsand: **Lehm** (Nr. 90).
          - a. Thon von fein zertheiltem Humus durchdrungen und gewöhnlich auch in ungleichmäßiger Mengung mit Sand und Glimmer: **Lehmletten** (Nr. 89).
      - salzhaltig und bald nach Kochsalz, bald nach Alaun schmeckend:
        - **Salzthon** (Nr. 88a).
        - **Alaunthon** (Nr. 88b).
    - Kalkhaltige, mit Säuren brausende Thonsubstanz:
      - Quarzsand haltig; daher Glas ritzend; Mischung von Lehm mit Kalk: **Löß** (Nr. 91).
      - Wenig od. keinen Quarzsand haltig; Glas nicht ritzend. Thon mit Kalk: **Mergel** (Nr. 92).
- innig untermischt mit Humus- oder Torfsubstanz: Bituminöser od. humoser Thon. Bläulich, rauchgrau bis schwärzlich; beim Glühen zuerst verbleichend, dann gelb und roth werdend: **Reiner Letten** (Nr. 89).

§. 255. Nähere Angaben über die einzelnen Thonarten.

1. Gruppe: Rein mineralische Erdkrumen.

1. Sippe: Kalklose Erdkrumen.

α. Fast oder ganz eisenoxydfreie, im Feuer nicht schmelzende.

86. Kaolin. (Porzellanerde, Lithomarge, Porcelain-Clay).

1) Bestand: Im festen Zustande derbe, steinharte oder auch krümelig- oder staubig-erdige Massen, welche ein spec. Gewicht = 2,2 besitzen, zerreiblich sind, sich mager anfühlen und im reinen Zustande eine weiße, bei Beimengungen von etwas Eisenoxyd aber gelbliche oder röthliche Färbung zeigen. Wenig an der feuchten Lippe klebend, im durchfeuchteten Zustande sehr formbar, ohne stark den bearbeitenden Instrumenten anzuhaften. — Im Feuer zusammenfrittend und sehr fest werdend, ohne zu schmelzen. — Im Glaskolben erhitzt stark Wasser ausschwitzend. Chemischer Bestand im Mittel: 47,1 Kieselsäure, 39,2 Thonerde und 13,7 Wasser: aber oft verunreinigt durch mechanische Beimengungen von Zersetzungsproducten derjenigen Mineralmassen, aus denen das Kaolin entstanden ist, oder auch von Quarz- und anderem Mineralsand, bisweilen auch von silberweißen Glimmerschüppchen.

2) Vorkommen: Die Hauptbildungsmineralien des Kaolins sind die kieselsäurereichen Feldspathe, so namentlich Orthoklas, Oligoklas und Albit. Daher finden sich seine Massen auch am häufigsten und mächtigsten entwickelt in der nächsten Umgebung der feldspathreichen Felsarten, so des Granites, glimmerarmen Gneißes, Granulites, Felsitporphyres und auch wohl des Syenites; ja, bisweilen besteht die Masse dieser Felsarten geradezu aus einem Gemenge von erhärtetem Kaolin, Quarz und Glimmerschuppen, in welchem Falle man auch wohl das Kaolin noch in der wohlerhaltenen Form der Feldspathkrystalle bemerkt. In dieser Weise erscheint z. B. ein Syenitgranit bei Bad Liebenstein fast in seiner ganzen Masse, ein Gneiß bei St. Yrieux unweit Limoges auf 20 Fuß Tiefe, ein Felsitporphyr am Ringberg bei Ruhla auf 3 Fuß Tiefe ganz kaolinisirt. Außerdem aber bildet es auch oft, durch Wasserfluthen von seiner Mutterstätte weggeschlämmt, das Bindemittel von arkoseartigen Sandsteinen und selbstständige Ablagerungen, namentlich im Gebiete der Buntsandsteinformation, so am Rande des Thüringer Waldes, z. B. am Goldberg bei Eisenach, ferner zu Freienhagen bei Kassel, bei Münden ꝛc. Gewöhnlich erscheint es dann aber theils durch Sand und Glimmer, theils durch vegetabilische Verwesungsstoffe, theils auch durch etwas kohlensauren Kalk verunreinigt. —

Anhang: Eine Abart des Kaolins ist das, im Mittel aus 45,24 Kieselsäure, 36,5 Thonerde, 2,75 Eisenoxyd und 14 Wasser bestehende, röthlichweiße bis fleischrothe, sich fein und fettig anfühlende und oft in Pseudomorphosen nach anderen Mineralgestalten auftretende Steinmark.

87. Walkerde. (Fullersearth; Kollererde). §. 256.

1) Beſtand: Fettig anzufühlende, groberdige, weiche, im Schnitte glänzend werdende, bläulich- oder grünlichgraue, auch gelbliche Thonſubſtanz, welche neben ihrer kieſelſauren Thonerde noch 10 bis 12 Proc. überſchüſſiger Kieſelſäure, 1,25 Proc. Magneſia und bis 9,5 Proc. Eiſenoxyd enthält, außerdem aber oft auch durch etwas Kalkcarbonat verunreinigt wird. —

Durch Waſſer ſehr leicht ſchlämmbar, aber keinen plaſtiſchen Teig bildend; im angefeuchteten oder auch geſchlämmten Zuſtande ſehr begierig Fette und Oele einſaugend, daher ſehr brauchbar zum Entfetten wollener Zeuge und zum Reinigen des Papieres von Fettflecken. Im Feuer wenig oder nicht ſchmelzend, aber ſich ganz weiß brennend. — Spec. Gewicht = 2,44.

2) Vorkommen: Die Walkerde ſcheint ein Product der Diabaſite und Hyperite, namentlich des Gabbros zu ſein. Er kommt in Mächtigkeit in der Juraformation der Grafſchaften Kent und Surrey in England, aber auch bei Verviers in Belgien, bei Roßwein in Sachſen, bei Cilly in Steyermark u. ſ. w. vor.

β. Eiſenoxydhaltige, lederbraune, graulich-ockergelbe oder rothbraune, im Feuer ſchmelzende, verglaſende oder verſchlackende Thonkrumen.

88. Gemeiner Thon. (Töpferthon; plaſtiſcher Thon; Clay). §. 257.

1) Beſtand: Im ganz ausgetrockneten Zuſtande concav-ſcherben- oder knollenförmige, ſteinharte Thonmaſſe, welche durch Reiben mit dem Fingernagel eine glatte ſpiegelnde Oberfläche erhält; im ganz durchfeuchteten Zuſtande eine ſehr zähe, an den Fingern anklebende, Teigmaſſe, welche ſich in dünne Blätter und Stengel auswalzen, leicht formen und durch ſchneidende Inſtrumente in feſt zuſammenhängende und ſich lockende Späne zerſchneiden läßt. — An der feuchten Lippe ſtark anklebend; angehaucht ſtark und dumpf ammoniakaliſch riechend. Vorherrſchend unrein graulich-, grünlich- oder bläulich-ockergelb; beim Brennen aber durch Entwäſſerung ſeines beigemengten Eiſenoxydhydrates braunroth werdend und in ſtarker Hitze meiſt verglaſend. — Specifiſches Gewicht = 2,53 — 2,56. Der chemiſche Gehalt iſt ſo ſchwankend, daß man nur im Allgemeinen als Mittel: 60,8 Kieſelſäure, 30,2 Thonerde und 10 Waſſer annehmen darf. Von ſeiner Kieſelſäure laſſen ſich 10 — 12 Proc. durch Aetzkali ausziehen; es iſt daher zu vermuthen, daß die Maſſe des gemeinen Thones neben ihrer kieſelſauren Thonerde auch noch mehrere Procente mechaniſch angeſogener erſtarrter Kieſelſäure enthält. Außerdem aber iſt auch noch eine nie fehlende mechaniſche Beimengung von 2 bis 5 Procent Eiſenoxydhydrat bezeichnend für den gemeinen Thon. Sehr häufig erſcheint ferner ſeine Maſſe verunreinigt durch irgend ein Quantum von kieſelſauren oder kohlenſauren Alkalien, kieſelſaurer Magneſia, kohlenſaurem und ſchwefelſaurem Kalk, Salpeter oder Humus-

§. 257. substanzen. In der Nähe von Steinsalzlagern oder am Meeresstrande enthält er auch Kochsalz, Glaubersalz, Bittersalz und da, wo in seiner Masse Eisenkiese auftreten, fehlt es auch nicht an Alaunbildungen. Kurz, die Qualität und Quantität seiner Beimengungen zeigt sich sehr verschieden je nach den Orten seiner Ablagerungen und der Art der in seiner Masse eingebetteten Mineraltrümmer und Organismenreste.

2) Ablagerungsorte: Seine beträchtlichsten Ablagerungen befinden sich in den von Fließgewässern durchzogenen Ebenen, Auen und Thälern, sowie auch am Strande des Meeres. Aber auch in den verschiedenen Sandstein- und Kalkformationen der Erdrinde tritt er häufig in mehr oder minder mächtigen Zwischenablagerungen auf. Dagegen findet man ihn nur selten in der nächsten Umgebung derjenigen krystallinischen Felsarten, welche doch erst das Material zu seiner Bildung geliefert haben, so daß der gemeine Thon nach seiner gegenwärtigen Beschaffenheit kein unmittelbares und reines Verwitterungsproduct, sondern erst aus der Wegschlämmung und Vermischung des ursprünglichen Verwitterungsthones mit den gegenwärtig seiner Masse beigemengten Substanzen entstanden ist.

Als besondere Abarten von dem gemeinen Thon unterscheidet man:

88a. den Salzthon, einen dunkelgrauen, von Bitumen durchzogenen und von Kochsalz durchdrungenen Thon, welcher stets in der nächsten Umgebung von Steinsalzlagern, aber auch oft in den Marschbodenarten zu finden ist;

88b. den Alaunthon oder Vitriolthon, einen ebenfalls dunkelrauchgrauen Thon, welcher ganz durchdrungen erscheint von fein zertheilten Eisenkiestheilchen und kohligen Organismenresten, so daß er an der Luft liegend durch Einfluß der vitriolescirenden Eisenkiese auf seinen Thonerdegehalt sehr bald so viel Alaun oder auch Eisenvitriol entwickelt, daß er einen süßlich zusammenziehenden oder auch tintenähnlichen Geschmack entwickelt. Vorzugsweise im Gebiete des Thonschiefers, der Braunkohlen und auch des Torfes;

88c. eisenschüssigen Thon (Eisenthon). Rothbrauner Thon, dessen Masse 15 — 20 Proc. innig beigemischten und nicht durch Schlämmen abtrennbaren Eisenoxydes, und außerdem auch sehr gewöhnlich mehrere Procente Quarzkörner, Feldspathstückchen, Hornblendesplitter oder Glimmerblättchen enthält, in sehr schattigen Lagen schmierig wird, in sonnigen Lagen aber vermöge seiner dunklen Färbung leicht austrocknet und dann nach allen Richtungen hin in ein loses Haufwerk von kleinen, eckigen Schieferstückchen zerfällt. Er entwickelt sich namentlich aus verwitterndem Melaphyr und eisenreichem Magnesiaglimmerschiefer und findet sich darum oft in den Thälern und Buchten zwischen den aus diesen Gesteinen bestehenden Bergen. Ebenso aber bildet er auch im erhärteten Zustande das Bindemittel von Conglomeraten und Sandsteinen, z. B. des Rothliegenden, oder auch selbstständige, oft sehr mächtige, Ablagerungen in den Formationen des Rothliegenden und Buntsandsteines. Und endlich bemerkt man ihn auch vom Wasser weggefluthet in den breiten Thalebenen zwischen den Bergketten des Buntsandsteines. Ihm nahe verwandt ist der

glimmerige Thon, ein ockergelber oder braunrother, wenigſtens §. 257.
5 Proc. Eiſenoxyd haltiger und reichlich mit zarten ſilberweißen, meſſinggelben oder kirſchrothen Glimmerſchüppchen untermengter und oft auch mehrere Procente feinen Quarzſand haltiger Thon, welcher im durchnäßten Zuſtande ſchmierig und fett iſt, im ausgetrockneten Zuſtande aber in lauter kleine Schieferblättchen zerfällt.

1. Anhang: Außer den eben angeführten Abarten des gemeinen Thons benennt man nun auch den, in verſchiedenen, namentlich jüngeren, Formationen oft mächtige Zwiſchenlager bildenden, Thon theils nach Oertlichkeiten, in denen er vorzüglich entwickelt auftritt, z. B. Hils-, Wealden-, Oxford-, London-, Bratford-, Kimmeridgethon, theils nach beſtimmten, ſein Vorkommen charakteriſirenden, Verſteinerungen, z. B. Ornaten-, Oxynotus-, Opalinus-, Amaltheenthon. —

2. Anhang: Thonmaſſen, welche entweder durch glühende Eruptivgeſteine, z. B. durch Baſalte, oder auch durch brennende Steinkohlenflötze gebrannt, gefrittet oder verſchlackt worden ſind und dem gemäß ein porcellan- oder ſteingutähnliches, buntfarbiges oder gefleckes, Anſehen erlangt haben, nennt man Baſalt- oder Porcellanjaspis. An der Stopfelskuppe bei Eiſenach bilden ſie vom Baſalt umſchloſſene ſchwarz und grau gebänderte, harte Knollen mit muſcheligem Bruche; bei Duttweiler unweit Saarbrücken lagern ſie in der Umgebung von brennenden Steinkohlenflötzen.

89. Letten. §. 258.

(Tegel; ſchiefernder Thon; bituminöſer oder humoſer Töpferthon).

1) Beſtand: Ein von fein vertheilten Humusſubſtanzen ganz durchdrungener, graubläulicher bis ſchwärzlichgrauer, im durchfeuchteten Zuſtande fetter, zäher und ſchmieriger, beim Austrocknen aber ſich ſchiefernder und blätternder Thon, welcher beim Glühen zuerſt bleicht, zuletzt aber braunroth wird und ein ſpec. Gewicht = 2,54—2,57 hat. — Sehr häufig erſcheint er mehr oder weniger ſtark mit feinem Sand und nicht ſelten auch mit feinen, ſilberweißen Glimmerſchüppchen untermengt und wird dann ſandiger oder lehmiger Letten genannt.

2) Vorkommen: Der bituminöſe Töpferthon oder Letten iſt wohl ſtets ein von Fließwaſſern zuſammengefluthetes Erdkrumengemiſch, welches ſich vorzüglich in den unteren Stromgebieten eines Fluſſes da abſetzt, wo deſſen Waſſer hinter Ufervorſprüngen oder in tief ins Land einſchneidenden Buchten oder auch bei ſeinem Einfluſſe in Seenbecken ſtark geſtauet wird, ſo daß ſich die im Waſſer befindlichen Thon- und Humusſchlammtheilchen gehörig und innig vermiſchen können. Außerdem bildet er ſich in ſtehenden Gewäſſern, welche ein lehmiges oder thoniges Becken haben und den Sitz einer reichen Waſſer- oder Sumpfflora bilden. Man findet daher dieſen bituminöſen Thon in alten verſchlammenden Seebecken und Sümpfen, am meiſten aber unter oder zwiſchen Braunkohlenflötzen.

§. 259. 90. Lehm.

1) Beſtand: Ein inniges und gleichmäßiges Gemiſch von, 7—10 Proc. Eiſenoxydhydrat haltigem, unrein ockergelbem oder lederbraunem, Thon mit wenigſtens 15 Procent, nicht durch Schlämmen abſonderbaren, Kieſelmehles und außerdem noch mit wenigſtens 15 Proc., durch Kochen mit Waſſer abſcheidbaren, feinen Quarzſandes.

Durch einfaches Zuſammenmengen mit Sand entſteht aus dem Thone niemals Lehm, ſondern ſtets nur ſandiger Thon, welcher bei voller Durchnäſſung ſeinen Sandgehalt vollſtändig zu Boden ſinken läßt. Wenn man aber feinen Sand mit möglichſt dünnem Thonſchlamm tüchtig und lange umrüttelt, wie dieſes geſchieht, wenn ein, Thonſchlamm und feinen Sand haltiges, Fließwaſſer in eine tief eingeſchnittene Uferbucht eindringt und daſelbſt in eine kreiſende Bewegung geſetzt wird, dann erhält man wirklichen Lehm, indem ſich in dieſem Falle der fein zertheilte Thon um alle mit ihm gemiſchten Sandkörnchen legt und ſo nun in feſter Verbindung mit ihnen zu Boden ſinkt. In allem dieſen mag der Grund liegen, warum wahrer Lehm ſich vorherrſchend in den großen Buchten ausgefüllter Seenbecken und Flüſſe abgelagert zeigt.

Im trockenen Zuſtande fühlt er ſich mager und nur wenig fettig an. Am Fingernagel glättet er ſich wenig oder nicht. Zwiſchen den Fingern wird er zerrieben, ohne ſtark zu färben. Der Sonne ausgeſetzt, wird er zwar nicht ſo ſchnell und ſtark erhitzt, als der trockene Thon, bleibt aber länger warm als der letztere. Ebenſo zeigt er nicht die feſte, aus einzelnen feſten Knollen und Stücken beſtehende, Oberfläche des Thones, ſondern eine gleichartige, mulmige Beſchaffenheit ſeiner Krumentheile. Sein Waſſeranſaugungs- und Waſſerhaltungsvermögen aber zeigt ſich in dieſem Zuſtande bedeutend ſtark; denn er vermag ausgetrocknet 40—50 Proc. Waſſer in ſich aufzunehmen und feſtzuhalten. Das ſpec. Gewicht = 2,50 bis 2,6. Im feuchten Zuſtande läßt er ſich zwar kneten und in plumpe Formen verarbeiten, aber nie, wie der Thon, in dünne Platten walzen oder in ſchmale Cylinder ausdehnen. Dabei zeigt er ſich nur wenig anklebend gegen die ihn bearbeitenden Inſtrumente. Ueberhaupt wird er durch die Näſſe nicht ſo ſchmierig und zäh, daß er die mulmige Beſchaffenheit ſeiner Krume verlöre.

2) Lagerorte: Der Lehm iſt ein Verwitterungsproduct der glimmer-, hornblende- und augitreichen kryſtalliniſchen Felsarten und in den meiſten Fällen die Hauptmaſſe der Verwitterungsrinde von dieſen letzteren. Er findet ſich daher öfters in den Mulden und Thälern der kaliglimmerreichen Granite, Gneiße, Syenite und Diorite. Gewöhnlich erſcheint er dann aber untermengt mit gemeinem Thon oder auch mit mehr oder weniger großen Mengen von Grus und Sand von denjenigen Mineral- und Geſteinsreſten, aus deren Verwitterung er entſtanden iſt. Im reinen Zuſtande aber zeigt er ſich am meiſten, oft weit von ſeiner

Bildungsſtätte entfernt, in den großen Buchten ehemaliger Seen im Gebiete des Di- und Alluviums, daſelbſt oft die Grabhügel von Körperreſten des Mammuths u. ſ. w. bildend.

2. Sippe: Kalkhaltige Thonkrumen.

91. Löß. §. 260.

1) Beſtand: Ein unrein gelblichgraues Gemenge von echtem Lehm mit 5 bis 15 Procent kohlenſaurem Kalk, welches ſehr oft gröberen Sand, Glimmerblättchen und größere, nieren- oder wickelkindförmige, Mergelknollen (— die ſogenannten Löß kindele —) umſchließt, außerdem aber nicht ſelten auch Süßwaſſerconchylien (z. B. Bulimus- und Helix-Arten), ſowie Reſte vom Mammuth und anderen Dickhäutern enthält.

Der Löß iſt ein Uebergangsgebilde vom Lehm zum eigentlichen Mergel und unterſcheidet ſich von dem letzteren dadurch, daß ſein Kalkgehalt nicht gleichmäßig durch ſeine Maſſe verbreitet iſt, woher es auch kommt, daß er an manchen Stellen eines und deſſelben Knollens hier ſtark, dort ſchwach oder gar nicht mit Säuren aufbrauſt.

2) Lagerorte: Der Löß, welcher wohl ſtets eine durch Fließwaſſer angeſchwemmte Maſſe iſt, füllt hauptſächlich die Buchten an den beiden Seiten größerer Stromthäler aus.

Sehr verbreitet und in mächtiger Entwickelung zeigt ſich der Löß auf dem linken Rheinufer zwiſchen Neuſtadt an der Hardt und Bingen; ferner in der Gegend von Heidelberg und überhaupt in den Schwarzwaldthälern; auch im Elbthale und Saalthale; endlich im Donauthale, namentlich in der Umgegend von Wien.

Bemerkung: Was man in der Landwirthſchaft Lehmmergel nennt, iſt wohl in den meiſten Fällen Löß.

92. Mergelkrume. §. 261.

1) Beſtand: Lockeres, kleinkrumiges bis erdig-ſtaubiges, inniges und gleichmäßiges Gemenge von Thon oder Lehm mit 5 bis 80 Proc. kohlenſauren Kalkes und oft auch mit 10 bis 40 Proc. kohlenſaurer Magneſia.

In dem Mergel kommt auf jedes einzelne Thontheilchen irgend eine Quantität Kalk oder Dolomit, woher es auch kommt, daß er in ſeiner ganzen Maſſe mit Salzſäure gleichmäßig aufbrauſt, wodurch er ſich vom Löß und kalkhaltigem Thon unterſcheidet. Die Schnelligkeit und Stärke, mit welcher er beim Behandeln mit Salzſäure aufbrauſt, hängt von der Menge ſeines Kalkgehaltes ab:

1) Kalkmergel, welche 50 bis 80 Proc. Kalk enthalten, brauſen ſehr ſchnell und ſehr ſtark;
2) Lehmmergel, welche 15 bis 25 Proc. Kalk beſitzen, brauſen langſamer, aber ſtark auf;

3) Dolomitmergel, welche neben 10 bis 30 Proc. Kalk 10 bis 40 Proc. Magneſia beſitzen, brauſen erſt beim Erwärmen und zwar allmählich, dann aber lange auf;

4) Thonmergel, welche 15 bis 25 Proc. Kalk haben, brauſen ſehr langſam und wenig auf.

Unter dieſen verſchiedenen Abarten nähert ſich der Thonmergel in ſeinen Eigenſchaften noch am meiſten der Thonkrume, nur mit dem Unterſchiede, daß er beim vollſtändigen Austrocknen, — wie alle Mergel, — zuerſt in ein Haufwerk von kleinen eckigen Stückchen und dann in ein äußerſt lockeres Erdreich zerfällt, während der Kalkmergel im trockenen Zuſtande eine loſe pulverige Erde bildet, welche beim Durchnäſſen keinen formbaren Teig, ſondern einen mörtelähnlichen, beim Wiederaustrocknen ſich mit einer harten Rinde überziehenden, Schlamm darſtellt.

2) Ueber die Bildungsweiſe und Lagerorte vergleiche man §. 223 Nr. 65, wo der Mergel als klaſtiſches Geſtein, und in der Syn. der Min. S. 852 §. 744, wo der Mergel als Abart des Calcites ſchon beſchrieben worden iſt. — Seine Ablagerungsorte finden ſich theils in den Buchten und Thälern zwiſchen Bergzügen, welche aus abwechſelnden Schichten von Thon und Kalkſtein oder aus Mergelſtein beſtehen, theils auch in den Gebieten des Di- und Alluviums da, wo Thon- und Kalkſchlamm führende Gewäſſer Niederſchläge gebildet haben.

2. Gruppe: Humoſer Erdſchutt.

§. 262. **Allgemeine Beſchreibung und Arten.** — Thonige, lehmige oder mergelige Erdkrumen, welche ihrer Hauptmaſſe nach aus ganz oder halb verweſten oder vertorften Pflanzen- (z. Th. auch Thier-) ſtoffen beſtehen, ſo daß beim Glühen derſelben um ſo weniger erdiger Rückſtand bleibt, je geringer ihr Gehalt an Mineralſtoffen iſt, und ſich über 20 Procent ihrer Maſſe verflüchtigen.

1) Digerirt man ihre Maſſe mit Aetzkalilauge und verſetzt dann das Filtrat mit Eſſig- oder Salzſäure, ſo erhält man 20 bis 40 Proc. Humusſäure (Humin- oder Ulminſäure) in der Form von hell- oder dunkelbraunen Flocken.

2) Der hierher gehörige Erdſchutt iſt im trockenen Zuſtande pulverig bis ſtaubig und gelbbraun; im naſſen Zuſtande aber mehr oder weniger ſchlammig und ſchwarzbraun bis ſchwarz. — Angefeuchtet moderig riechend und in den meiſten Fällen, — namentlich aber bei Abweſenheit von Kalk, Lackmuspapier röthend. — Von ſehr ſtarker Waſſeranſaugungs- und Waſſerfaſſungskraft, daher zur Bildung von Sumpf- und Moorungen geneigt.

Hierher gehören folgende Arten:

93 a. Humuskrume. (Dammerde).

1) Beſtand: Dunkelbraune bis ſchwarze, im trockenen Zuſtande ſehr lockere, feinmulmige, nicht formbare und auch nicht klebrige Erdkrume,

welche beim Glühen 30 bis 50 Procent Humus verflüchtigen läßt und §. 262.
dabei einen Geruch bald nach verbrannten Federn, bald nach Talg oder Wachs verbreitet.

2) Eine Abart von ihr ist die Haideerde, welche beim Glühen mit Flamme und unangenehm wachsharzig riechendem Qualme verbrennt und sich namentlich in einem, von dicht mit Haide bestandenen, Sandboden entwickelt.

3) Lagerorte: Theils im Obergrunde eines dicht mit Wäldern oder Krautgewächsen bedeckten Bodens, theils aber auch in Mulden und Thälern da, wo Wasserfluthen den Pflanzen- und Mineralschutt der umliegenden Berge zusammengeschwemmt haben.

93 b. Die Marschkrume.

1) Bestand: Unter Marsch (Morast, Morst, Schlick) versteht man das höchst feinkrümelige Gemisch von mineralischen und humosen Schlammmassen, welche überfluthende Wassermassen auf den an ihren Ufern gelegenen Ländereien absetzen.

2) Abarten: Je nach den Bildungsgewässern des Marsches unterscheidet man:

a. Flußmarsch, welcher von schlammreichen Flüssen bei ihrem Ueberfluthen abgesetzt wird und seinem mineralischen Gemengtheile nach verschieden ist je nach der mineralischen Zusammensetzung der seine Bildungsgewässer speisenden Ländergebiete. Er findet sich am stärksten entwickelt auf den Uferländereien der von großen Fließwassern langsam durchzogenen Niederungen.

b. Seemarsch, welcher auf den flachen, niederen Strandländereien von den Meeresfluthen da abgesetzt wird, wo die letzteren, z. B. durch, dem Strande vorliegende, Inselreihen, aufgehalten und in ihrer Tragkraft geschwächt werden, so an den Nordseegestaden, namentlich von Holland an bis nach Schleswig hin. Da, wo er sich im Verlaufe der Zeit hat regelmäßig entwickeln können, bildet er zuoberst eine schwarzbraune, mit fettem, meist kalkhaltigem, Lehm gemengte Humuskrume, welche nach unten in einen lichten, oft mergeligen Thon (Klei) übergeht, der dann eine streng thonige, unfruchtbare Erdschicht (Knick) zur Unterlage hat. — Im frischen Zustande voll von Meeressalzen und thierischen Verwesungssubstanzen, daher äußerst fruchtbar. — Ihm nahe verwandt ist die im europäischen Rußland, namentlich am Ural und Kaukasus, weit verbreitete, schwarze, mit 10 bis 16 Proc. Verwesungssubstanzen untermischte, an Natron-, Kali- und Ammoniaksalzen reiche und auch viel Diatomeenreste haltige, Humuskrume, welche man Tschernoisjem nennt.

93 c. Die Torfkrume oder Schollerde. (Bunkerde).

Eine, mit 50 — 80 Proc. halb zersetzter und in Verkohlung begriffener Pflanzenreste gemengte, sandreiche Erdkrume, welche grau, braungelb bis dunkelbraun ist, fast wie ein Gemenge verrotteter Sägespäne aussieht,

Lackmuspapier röthet; beim Glühen einen talgartig riechenden Dampf entwickelt und ſich vorherrſchend auf austrocknenden Haidemooren aus verwitterndem Torfe entwickelt (vgl. Nr. 99 den Torf).

IV. Claſſe: Organolithiſche Felsarten.

1. Ordnung: Zoogenite.
(Animalithe).

§. 263 **Allgemeine Beſchreibung und Arten.** — Nicht bloß das Reich der Mineralien, ſondern auch die Welt der Organismen nimmt Theil an der Zuſammenſetzung der Erdrinde und zwar nicht bloß dadurch, daß ihre harten, ſteinartigen Gerippe oder Gehäuſe oder ihre von unlöslichen, unverwesbaren Silicaten gebildeten Körpertheile in oft großen Mengen von der Maſſe hydrogener anorganolithiſcher Erdrindemaſſen umſchloſſen werden, ſondern auch dadurch, daß ihre Körpermaſſen, ſei es im verkohlten, ſei es im verſteinten oder wenigſtens im ſteinähnlich gewordenen Zuſtande, ſelbſtſtändig und ohne Zuthun von weſentlichen Mineralgemengtheilen weit ausgedehnte und häufig auch ſehr mächtige Ablagerungen zwiſchen oder auch auf den minerogenen Erdrindemaſſen bilden. Dieſes Alles gilt nicht bloß von den, in kohlige Subſtanzen umgewandelten, Pflanzenreſten, ſondern auch von den, in ihrer vollen Zerſetzung gehemmten, Ueberreſten thieriſcher Organismen. Man kann daher die vorherrſchend aus Organismenreſten beſtehenden Erdrindemaſſen je nach ihren Hauptbildungsſubſtanzen eintheilen:

1) in Zoogenite, aus Thierkörpern entſtandene, und

2) in Phytogenite, aus Pflanzenkörpern entſtandene Erdrindemaſſen.

Die Zoogenite, von denen nun hier zunächſt die Rede iſt, ſind entſtanden

theils aus den harten, vorherrſchend aus phosphor- oder kohlenſaurem Kalk oder aus Kieſelſäure beſtehenden, nicht verwesbaren Gerippen oder Gehäuſen von Thieren,

theils aus den weichen, vorherrſchend aus thieriſcher Materie beſtehenden, verwesbaren Körpertheilen der Thiere,

theils auch aus verwesbaren und nicht verwesbaren Thierſubſtanzen zugleich.

Zu den aus mehr oder weniger wohlerhaltenen Thierkörpern beſtehenden Zoogeniten, — welche alſo noch die äußere Geſtalt oder vielmehr das Gerippe oder Gehäuſe von Thierkörpern, aber in ihrer Maſſe ſehr wenig oder gar keine organiſche Materie enthalten, ſich daher auch beim Glühen unter Luftabſchluß nicht ſchwärzen und überhaupt aus vorherrſchender Mineralſubſtanz, — ſei es Kalkcarbonat, Kalkphosphat oder erſtarrte amorphe Kieſelſäure — beſtehen, — gehören einerſeits die ſchon bei der Beſchreibung der Kreide (vgl. §. 226 Nr. 68), des Flintes, Opales, Polirſchiefers und der Kieſelguhr (vgl. Min. §. 501 S. 572) erwähnten Ablagerungsmaſſen, theils die in mächtigen, weit verbreiteten Gebirgsablagerungen auftretenden, Korallen-, Nummuliten- und anderen nur aus

verſteinerten Thierreſten zuſammengeſetzten Kalkſteine. Da alle dieſe Zoogenite ihrem ganzen Habitus nach ſteinartig oder ſteinähnlich erſcheinen, ſo werden ſie gewöhnlich ſchon unter den minerogenen Felsarten, — z. B. bei dem Kalkſteine, der Kreide, dem Flinte u. ſ. w. aufgeführt.

Anders iſt es mit denjenigen zoogenitiſchen Ablagerungsmaſſen, welche vorherrſchend aus halb- oder ganz zerſetzten, Thierſubſtanzen beſtehen und namentlich dadurch charakteriſirt ſind, daß ſie, an der Luft erhitzt, zuerſt einen urinöſen Geruch und einen unangenehm brenzlich riechenden Dampf entwickeln, dann aber zu einer glänzend ſchwarzen Kugel ſchmelzen; außerdem mit Kalilauge erwärmt, Ammoniak bilden und ſich zum Theil mit brauner Farbe löſen. Zu dieſer Gruppe gehören

94. Der Guano. (Huano). §. 264.

1) Beſtand: Mehr oder minder feſt zuſammenhängende, harte bis zerreibliche, oft auch pulverige, gelbbraune, graugelbe, röthliche oder weißliche Aggregate, in der Regel von widrig urinöſem oder fauligem Geruche und vorherrſchend aus wechſelnden Mengen von harn-, oxal- und phosphorſaurem Ammoniak, phosphor- und oxalſaurem Kalk, Salmiak, Kochſalz, ſchwefelſaurem Kali und Natron nebſt organiſcher Materie und Sand beſtehend.

In der Maſſe des Guano findet man häufig Leichen, Gerippe oder Knochen von Seevögeln (namentlich Pelikanen), Robben und Fiſchen, auch bisweilen Eier von Seevögeln verſchiedener Art und außerdem ſehr häufig kugel-, ei- oder birnförmige Knollen von ſchön kryſtalliniſchem Salmiak.

2) Ablagerungsorte: Der Guano, welcher nach dem eben Mitgetheilten aus den Anhäufungen von abgeſtorbenen und in trockener Verweſung befindlichen Körperreſten und Excrementen geſellig lebender Seethiere, vorzüglich aus den Gattungen der Pelikane, Pinguine, Scharben, Möven und auch mehrerer Robben, beſteht, bildet maſſige, bis 1000 Fuß mächtige, Ablagerungen auf mehreren Landesgebieten in der regenloſen ſüdlichen Tropenzone, ſo vor allen auf den öden Uferſtrecken und Inſeln an der ganz dürren Weſtküſte Südamerikas zwiſchen dem 73 und dem 21 ° ſüdl. Breite, ſowie an der Weſtküſte Afrikas auf den Klippen der Saldanbai und auf Jehaboe (32 ° ſüdl. Breite und 36 ° weſtl. Länge von Ferro).

Unter den ſüdamerikaniſchen Guano-Gebieten ſind namentlich die peruaniſchen Inſelgruppen (Lobos de Terra und Lobos de Afuero und die Chinchas-Inſeln) und dann die Inſeln und Klippen der Spiringsbucht, ſowie der Desvelosbucht an der Küſte Patagoniens zu nennen.

Bemerkung: In Ungarn hat man in einer Höhle der Kolumbaczer Kalkfelſen an der unteren Donau ein Lager von Fledermausguano entdeckt, deſſen Inhalt man auf 40,000 Centner ſchätzt.

§. 265. 95: Das Bonebed (oder Kothlager).

Eine aus Knochenresten, Zähnen, Schuppen und Koprolithen (Kothsteinen) von Reptilien und Fischen oder auch aus Knochen von Säugethieren zusammengemischte und entweder durch humificirte Thiersubstanzen (Thier- oder Verwesungserde) oder auch durch eisenschüssigen oder bituminösen Thon oder Kalkmergel zusammengeschlämmte Masse, welche einerseits zwischen dem Keuper und Lias in Schwaben, Franken, Thüringen und Hannover eine, nur wenige Zoll mächtige Grenzschichte, aber auch im oberen Ludlow Englands und im unteren Kohlengebirge von Armagh in Irland eine Ablagerung bildet, — und andererseits in Höhlen (z. B. in der Gailenreuther Höhle im fränkischen Jura) mit Säugethierknochen untermischt vorkommt.

2. Ordnung: Phytogenite.
(Anthrakoïde).

§. 266. **Allgemeine Beschreibung und Arten derselben.** — Obgleich die Anthrakoïde oder Kohlen nach Körper, Eigenschaften und Vorkommen schon in der Synopsis der Mineralogie §. 796 bis §. 800 S. 902—907 ausführlich beschrieben worden sind, so müssen sie hier doch nochmals als Gebirgsarten in Betracht gezogen werden.

Sie treten theils als feste, steinartige, aber nie krystallisch erscheinende, derbe Massen, theils als Aggregate, welche aus deutlichen Resten verkohlter oder in Verkohlung begriffener Pflanzen, theils auch als fast amorph erscheinende und im frischen Zustande schlammartig auftretende und mehr oder weniger formbare, Kohlensubstanzen auf; sind gelbbraun bis schwarz, glas-, pech-, ölglänzend oder matt, im Ritze braun, schwarz oder eisengrau und spröde oder auch milde. Im Feuer werden sie unter Luftzutritt stets glühend und verbrennen dann unter Absatz von Asche theils mit Flamme und harzig, talgartig oder bituminös riechendem, qualmigem Rauche, theils ohne Flamme und Rauch.

Je nach ihrem Verhalten zu Kalilauge und nach ihren übrigen Eigenschaften lassen sich die hierher gehörigen Kohlen in folgender Weise unterscheiden:

Kohlen,

welche mit Kalilauge erwärmt

diese letztere nur sehr wenig oder gar nicht braun färben:		diese letztere stark dunkelbraun färben:	
ohne Geruch, Rauch und Flamme verbrennen: **Anthracit.**	mit bituminösem Geruch, Rauch und heller Flamme verbrennen: **Steinkohle.**	mit talg-harzig riechendem Rauche u. trüber Flamme verbrennen: **Braunkohle.**	mit dumpf talgwachsig riechendem Dampfe und kleiner od. keiner Flamme verbrennen: **Torf.**

Beſchreibung der einzelnen Arten. §. 267.

96. Anthracit.

(Von ἄνθραξ, Kohle, mineraliſche Holzkohle; Kohlenblende; Glanzkohle).

1) Beſtand: Derbe, nicht ſelten ſtängelig abgeſonderte, im Bruche muſchelige, graulich-, eiſen- oder ſammetſchwarze, ſtark glänzende, Maſſen, welche oft einen äußerſt feinen Ueberzug von Eiſenoxydhydrat beſitzen und dann bunt metalliſch ſchimmern; außerdem auch Körner und pulverige Aggregate, welche häufig das Färbungsmittel des Kalkſteines, Thonſchiefers, Kieſelſchiefers, Schieferthones und anderer ſchwarzgrauer klaſtiſcher Geſteine bilden.

1) Der Anthracit iſt vom Meſſer, aber nicht vom Fingernagel ritzbar; ſein ſpec. Gewicht = 1,4—1,7. Durch Säuren und Kalilauge nicht veränderbar, dieſelbe alſo auch nicht bräunend; im Feuer nicht ſchmelzbar und nur bei ſtarkem Luftzutritt unter Hinterlaſſung von wenig Aſche ohne Flamme und Dampf verbrennend, aber mit Salpeter oder chlorſaurem Kali zuſammengemiſcht beim Erwärmen ſtark explodirend. — Nach Abzug der (— meiſt aus Thon und Eiſenoxyd beſtehenden —) Aſchenbeſtandtheile aus 88—98 Proc. Kohlenſtoff, 1,8—4,8 Waſſerſtoff, 0—7 Proc. Sauerſtoff und geringen Mengen Stickſtoff beſtehend.

2) Es iſt bemerkenswerth, daß in einer und derſelben Lagerſtätte Anthracite auftreten, von denen die einen nicht brennen und dampfen und dabei ſo hart ſind, daß ſie kaum vom Meſſer ritzbar ſind, während die anderen mit bituminös riechender Flamme verbrennen und dabei ſo weich ſind, daß ſie ſich vom Fingernagel ritzen laſſen und ſogar abfärben. Es zeigt demnach der Anthracit Uebergänge einerſeits in eigentliche Steinkohle und auch in Graphit.

3) Bailey (American Journal of science and arts, 1, 1846, 407) hat in den durch vorſichtige Verbrennung erzeugten Aſchenſkeletten der Anthracite Pennſylvaniens organiſche Formen nachgewieſen.

2) Abarten: Die Maſſe des Anthracites erſcheint nicht ſelten in 3—6ſeitige Säulen, welche ſenkrecht und parallel (ſelten ſtrahlig) neben einander ſtehen, bisweilen aber auch in Faſerbündel (ähnlich dem verkohlten Holze) abgeſondert. Die erſte dieſer beiden Abarten hat man Stangenkohle, die zweite aber Faſerkohle oder holzartigen Anthracit genannt.

3) Lagerorte: Der Anthracit bildet zunächſt für ſich allein zuſammenhängende Flötze, Lagermaſſen und auch Neſter:

a. im Gneiß- und Protogingebiete der franzöſiſchen und ſavoyiſchen Alpen an der Durance, Romanche und vorzüglich in der Maurienne und Tarentaiſe und von da aus über Beaufort durch das Arvethal zur Rhone bis an den Fuß des Dent de Morcles. In dieſem Gebiete ſteht der Anthracit in Verbindung mit einem grauen bituminöſen Conglomerat, Sandſtein und Schiefer und zeigt ſich einerſeits der Gneißmaſſe entweder gleichmäßig ein- oder ungleichmäßig an- oder aufgelagert und andererſeits im Verbande mit den Belemnitenſchiefern der Liasformation, während ſeine Maſſe ſelbſt Pflanzenreſte der eigentlichen Steinkohlenformation umſchließt;

b. im Gebiete der Silurformation, z. B. in Südſchottland, bei Oporto in Portugal;
c. im Gebiete der Devonformation, z. B. bei Liſchwitz unweit Gera im Voigtlande; bei Lerbach, bei Elbingerode und Hüttenrode am Harze; bei Landshut in Schleſien;
d. im Gebiete der Steinkohlenformation, in welcher er mit den Steinkohlen entweder in einer und derſelben Schichte, oder in Wechſellagerung erſcheint, oder auch die unterſten Schichten bildet, während die oberſten aus bituminöſer Steinkohle beſtehen, ſo bei Mons, wo unter 115 Kohlenflötzen die oberen 50 Flötze aus bitumenreicher Kohle und die unterſten 15 aus Anthracit gebildet werden;
e. im Gebiete der Braunkohlen, wo untergeordnete Anthracitlager und Neſter häufig mitten in den Braunkohlenflötzen auftreten, ſo am Meißner und Hirſchberg bei Großalmerode in Kurheſſen, wo Anthracit durch die Einwirkung baſaltiſcher Eruptionen auf die von ihnen durchbrochenen Braunkohlenlager entſtanden iſt und theilweiſe verſchlackt, theilweiſe in ſchöne Stangenkohle umgewandelt erſcheint.

§. 268. **97. Stein- oder Schwarzkohle.**

(Harzige oder bituminöſe Kohle; — Houille; Bituminous Coal).

1) Beſtand: Derbe, im Bruche muſchelige, unebene bis blättrige, leicht zerſprengbare, ſammet-, pech- bis graulichſchwarze, ſtark glas- oder fettglänzende bis ſchimmernde Maſſe, welche aus 75—90 Proc. Kohlenſtoff und größeren oder geringeren Mengen von bituminöſen, harzigen, öligen und anderen waſſerſtoffreichen Verbindungen und mehr oder minder viel Aſche beſteht.

Spec. Gewicht = 1,15—1,5. Mehr oder minder leicht mit Flamme, ſtarkem Rauche und aromatiſch-bituminöſem Geruche verbrennend; dabei häufig mehr oder weniger erweichend, ſich aufblähend und ſchmelzend oder zuſammenſinternd, und einen ſchlackigen oder erdigen Rückſtand hinterlaſſend. — Von Kalilauge nicht oder nur ſehr wenig angreifbar; daher dieſelbe auch entweder gar nicht oder nur ſehr wenig gelblich färbend. Im luftverſchloſſenen Raume geglüht Kohlenwaſſerſtoff, Theer und 50—90 Proc. einer mehr oder weniger metalliſch glänzenden, ſchwer einzuäſchernden, ſchlackigen Kohle (Coak) gebend. Aus den ſchmelzenden Coakskohlen zieht Alkohol und Aether ein dunkelbraunes Harz aus.

2) Abarten:

a. Cannelkohle (d. h. Kerzenkohle): Derb; etwas zähe; mit flachmuſcheligem, zum Ebenen ſich neigendem, ſchimmerndem oder wachsglänzendem Bruche; ſammet- oder pechſchwarz. Härte = 2,5. Mit 84,07 Kohlenſtoff.
b. Glanzkohle: Derb, mit muſcheligem Bruche und (gewöhnlich) ſchiefrigen Längenabſonderungen, welche von Querabſonderungen rechtwinklig durchſetzt werden. Eiſen- oder ſammetſchwarz, oft bunt angelaufen; auf den Abſonderungsflächen ſtark metallähnlich glänzend. Härte = 2—2,5.
c. Schieferkohle: Derb, mit muſcheligem Bruche und ſchiefrigen Abſonderungen, welche von abwechſelnden Blätterlagen von ſtark glänzender Glanzkohle und wenig glänzender Grob- oder Rußkohle

hervorgebracht werden. Im Bruche wachsglänzend. Sammet- bis pechschwarz. Härte = 2,25. §. 268.

d. Grobkohle: Derb, mit unebenem, wachsglänzendem oder schimmerndem Bruche und dickschiefrigen, wenig glänzenden Absonderungen. Pech- bis graulichschwarz. Härte = 2—2,5.

e. Rußkohle: Derbe, lockere bis zerreibliche, abfärbende, eisenschwarze Masse mit unebenem oder erdigem Bruche. Matt oder schimmernd; im Ritze aber glänzend.

f. Faserkohle, welche sich in dünne Längsfasern theilt und nach Schimper und Göppert von Araucarienholz (Araucarites carbonarius) abstammt.

g. Gagat (siehe Braunkohle).

Zusätze:

1) In der Technik theilt man die Steinkohlen ein in:
   a. fette und feste oder harte Steinkohlen, welche aufgeblähte, aber dichte, metallglänzende Coaks geben. Ihr Pulver braunschwarz;
   b. fette Schmiedekohlen, welche sehr stark aufgeblähte Coaks geben, schön schwarz sind, fettig glänzen, ein braunes Pulver liefern und in keine würfelige Stücke zerspringen;
   c. fette Steinkohlen mit langer Flamme, welche metallglänzende, aufgeblähte Coaks geben und auch im Feuer zusammenbacken. Geben viel Leuchtgas;
   d. trockene Steinkohlen mit langer Flamme, welche metallglänzende, nicht aufgeblähte und kaum zusammenbackende Coaks geben und beim Glühen kaum zusammensintern.

2) Karsten, welcher lehrte, daß die Steinkohlen um so mehr zusammenbackten und sich um so stärker aufblähten, je größer ihr Gehalt an Wasserstoff im Verhältnisse zum Sauerstoff ist, theilt die Kohlen ein:
   a. in Backkohlen, deren Pulver im Tiegel schmilzt und zu einer gleichförmigen Masse zusammenbackt;
   b. in Sinterkohlen, deren Pulver sich im Tiegel zu einer festen Masse vereinigt, ohne eigentlich zu schmelzen;
   c. in Sandkohlen, deren Pulver beim Glühen im Tiegel gar keinen Zusammenhang erhält.

3) Zufällige Einschlüsse: Vorzüglich Eisenkies (Pyrit) ist es, welcher in den Steinkohlenflötzen bald als Anflug, bald in Lagen, Trümmern und Schnüren, bald auch in Knollen oder eingesprengt vorkommt und wohl nur selten vermißt wird. Außerdem hat man auch als Ausfüllungsmittel von Klüften der Steinkohlen oft Bleiglanz (— so im Döhlener Kohlenbassin in Sachsen —), seltener Kupferkies oder Zinkblende, häufiger dagegen Kalkspath, Braunspath oder Dolomit in papierdünnen Lagen (— so im Saarbrücker Steinkohlengebirge —) gefunden. Endlich zeigen sich noch inmitten von Steinkohlenflötzen Nieren und Lagen von schwarzem Hornstein (Schwül, Brand) und bei Bochum in Westphalen Sphärosiderit.

4) Uebergänge zeigt die Steinkohle einerseits in Anthracit, andererseits in Braunkohle.

5) Lagerformen und Lagerungsverhältnisse: Obwohl man hie und da auch Nester und stockartige Ablagerungen von Steinkohlen findet, so sind doch äußerst regelrechte, oft auf gewaltig weite Strecken hin, nicht bloß mit parallelen — häufig spiegelglatten — Schichtflächen

§. 268. verſehene, ſondern auch durchaus parallel liegende und ſtreichende Schichten (Kohlenflötze) die bezeichnendſte Lagerform für die Steinkohlenbildungen.

Auf dem Pittsburger Flötze in Nordamerika zeigen nach den Brüdern Rogers dieſe Kohlenflötze bei einer durchſchnittlichen Mächtigkeit von 10 Fuß eine ſtetige Ausdehnung über einen Flächenraum von beiläufig 1000 geographiſchen Quadratmeilen, indem ſie die ganzen Staaten Pennſylvanien, Ohio und Virginien ohne Unterbrechung durchziehen, alſo über einen Flächenraum von 225 engl. Meilen Länge, 100 Meilen Breite und 14,000 Quadratmeilen Flächeninhalt ausgebreitet ſind. Auch in Oberſchleſien, im Weſtphäliſchen und Saarbrücker Steinkohlengebirge herrſcht dieſe Regelmäßigkeit und Stetigkeit der Kohlenflötze.

Die Mächtigkeit der einzelnen Kohlenſchichten iſt ſehr verſchieden; ſie ſteigt von wenigen Linien bis zu vielen Fußen. Am häufigſten möchte dieſelbe, namentlich in ſehr flötzreichen Kohlengebieten, 2 — 4 Fuß — oder im Mittel 3 Fuß — betragen. In flötzarmen Kohlengebirgen dagegen hat man ſchon Schichten von 20 — 50 Fuß, in einigen wenigen Fällen ſogar von 100 Fuß beobachtet.

Bei Zwickau in Sachſen ſind die meiſten der 8 daſelbſt vorkommenden Flötze 6 — 8 Fuß mächtig; bei Plauitz 20 — 24 Fuß.

Bei Johnſton in Clackmannſhire befindet ſich ein 90 Fuß mächtiges Flötz, und bei Sabero in Leon (Spanien) kommen Flötze von 60 bis 100 Fuß Mächtigkeit vor.

Dagegen zeigen die zahlreichen Flötze des Weſtphäliſchen Kohlengebietes im Mittel eine Mächtigkeit von 2 — 4 Fuß, bei Lüttich 2 — 4 Fuß, ebenſo bei Mons und am Donetz in Südrußland.

Oft kommt es auch vor, daß die Mächtigkeit einer Schichte von den Anfangsrändern einer ausgedehnten Kohlenmulde aus nach der Mitte dieſer Mulde hin an Mächtigkeit zunimmt, ſo daß dieſelbe Kohlenſchichte, welche am Rande ihrer Mulde vielleicht nur 1 — 2 Fuß mächtig iſt, in der Tiefe der letzteren 4 — 10 Fuß Mächtigkeit zeigt.

In Oberſchleſien, bei Ebersdorf unweit Chemnitz und bei Döhlen unweit Dresden kann man dies deutlich beobachten. Bei Tortworth in England dagegen kommt nach Weawer ein Fall, wo ein Kohlenflötz ſich nach der Tiefe zu bis zum Verſchwinden verſchmälert.

Die Schichten der Steinkohlen werden gewöhnlich durch ganz glatte, faſt ſenkrecht auf der Schichtfläche ſtehende Sprünge in ihrem Innern nach allen Richtungen ſo durchzogen, daß die ganze Kohlenmaſſe dadurch oft in lauter würfelige Stücken abgeſondert wird.

Die Zahl der Flötze, welche ſich in einem Kohlengebiete befinden, iſt äußerſt verſchieden. Während in manchem dieſer Gebiete nur 2 bis 3 Kohlenflötze vorkommen, zeigen die andern 50, 100 bis 200 derſelben.

Das Döhlener Kohlenbecken bei Dresden bewahrt 4; das Zwickauer 8 — 9; das Oberſchleſiſche bei Kobilau und Kultshin 30; das Saarbrückiſche zwiſchen Bettingen und Tholey 164; das Weſtphäliſche 20 bis 70; das Lütticher 85; das von Mons 115; das Südruſſiſche am Donetz 225 Kohlenflötze.

Die einzelnen Kohlenflötze ſind in der Regel durch (höchſtens 1 — 3″ mächtige) ſchmale Lagen von Schieferthon, Brandſchiefer, Faſerkohle oder grauen Sandſtein von einander getrennt und in Bänke abgetheilt, ſo daß

jedes einzelne Flötz wieder als ein Schichtencomplex von Kohle und §. 268.
Schieferthon erſcheint. Bisweilen aber werden dieſe Schieferthon-Zwiſchenlagen ſo mächtig, daß ſie ein einzelnes Kohlenflötz in mehrere für ſich beſtehende Flötze abſondern, wie es z. B. bei Völklingen im Saarbrückſchen Kohlengebirge der Fall iſt. Der die Sohle der Kohlenflötze bildende Schieferthon iſt in der Regel mehr oder weniger ſandig, unvollkommen ſchiefrig und häufig voll Stigmarien; während der, dieſe Flötze überdeckende Schieferthon mehr oder weniger vollkommen ſchiefrig iſt und zwiſchen ſeinen Schieferlagen ein wahres Herbarium von Steinkohlenpflanzen und häufig auch eine große Niederlage von thonigen Sphäroſideriten enthält. Sandſteine und Kalkſteine ſtehen nur ſelten in unmittelbarer Berührung mit den Kohlenflötzen; noch ſeltener Conglomerate.

6) Hauptlagerorte: Die Hauptablagerung der Steinkohlen befindet ſich in der eben nach ihnen ſo genannten Steinkohlenformation, welche die Buchten und Becken über dem Urſchiefer- oder Uebergangsgebirge ausfüllt und bei normaler Entwickelung der Formationenreihe von dem Rothliegenden oder der Zechſteinformation überdeckt wird. Außerdem aber zeigen ſich auch Steinkohlenbildungen hie und da in Formationen vom verſchiedenſten Alter.

a. In der ſiluriſchen Formation von Oporto in Portugal und von der Grafſchaft Cork in Irland.
b. In der devoniſchen Formation von Aſturien (bei Aviles), von Sabero in der Provinz Leon, von Hainichen in Sachſen ꝛc.
c. Der eigentlichen Steinkohlenformation gehören an alle die ſchon oben genannten Baſſins in Belgien, im Saarbrückſchen, in Weſtphalen, Thüringen, Harz, Sachſen, Schleſien, Böhmen, Südrußland, Nordamerika ꝛc. Am reichſten an Steinkohlen erſcheint nächſt Nordamerika wohl England, welches drei mächtige Kohlendiſtricte bewahrt: den nördlichen, nördlich von den Flüſſen Trent und Merſey; den Centraldiſtrict, welcher die Kohlenfelder an den Grenzen von Leiceſterſhire und Staffordſhire und die von Warwickſhire umfaßt; und den weſtlichen, welcher die Kohlengebiete von Angleſea, Flintſhire, Shropſhire und Südwales beſitzt.
d. In der älteren Abtheilung des Rothliegenden am Thüringer Walde, in Sachſen bei Hilbersdorf unweit Chemnitz und Mutzſcherode unweit Wechſelberg; im Orenburgſchen bei Bielebéi; in der Gegend von Pleſſis in Frankreich. Meiſt ſind indeſſen dieſe Kohlenlager von nur geringer Bedeutung.
e. In der oberen Abtheilung des Buntſandſteins lagern Kohlen bei Steiersdorf im Banate.
f. In der Muſchelkalkformation lagert bei Tarnowitz auf der Grenze des Sohlkalkſteins und Dolomites eine ſchwärzlichgraue Lettenſchichte, in welcher hie und da eine dünne Lage bröcklicher, pechſchwarzer Kohle vorkommt.
g. In den oberſten grobkörnigen Keuperſandſteinen ſollen in Franken und bei Baſel Neſter von Schwarzkohle vorkommen.
h. Im Liasſandſtein von Helmſtedt im Braunſchweigſchen, von

Hildesheim, auf der Inſel Bornholm kommen bedeutende Kohlenlager vor; ebenſo im Belemnitenkalke bei Larzac im ſüdlichen Frankreich.

i. Im Sandſteine des braunen Jura zeigen ſich mächtige Kohlenlager (von ſogen. Stipit Brogn.) im Gouvernement Simbirsk, Polen, Yorkſhire, auf Skye, in Virginien, Auſtralien, Oſtindien (Burdwan und Cutſch), an der Straße von Gibraltar (ſowohl in Europa, wie in Afrika). — Auch im weißen Jura ſollen Neſter von Steinkohlen vorkommen.

k. Die Wealdenformation der Grafſchaft Schaumburg und des Fürſtenthums Bückeburg enthält mächtige Lager vortrefflicher Steinkohlen.

l. Endlich beſitzt auch die Nummulitenformation bei Bex in Wallis, bei Gutaring in Kärnthen, bei Albona in Iſtrien nicht unbedeutende Kohlenlager.

Zuſätze:

1) Nach v. Richthofen iſt in China der ganze Südoſten der Provinz Hu-nan ein zuſammenhängendes Kohlenlager.
2) In Nordamerika beträgt der Flächenraum der Kohlenfelder 5800 Quadratmeilen. Dieſe Kohlenfelder vertheilen ſich im Oſten des Continentes in 3 Becken, nemlich in das appalachiſche, neu-engliſche und akadiſche. Wie klein erſcheint dagegen das nur 480 Quadratmeilen umfaſſende Kohlenareal Englands!
3) In Auſtralien ſcheinen an der Oſtſeite des Berglandes von New-South-Wales und auch in Victoria überall mächtige Steinkohlenlager vorhanden zu ſein.

§. 269.

98. Braunkohle.

(Pechkohle Wern.; bituminöſes Holz, Erdkohle, Moorkohle; harzige Steinkohle; Gagat, Suturbrand der Isländer; Lignit).

1) Beſtand: Halb verkohlte, oft noch mit deutlichem Holzgefüge verſehene oder auch derbe, dichte, ſteinkohlenähnliche Kohlenmaſſe mit einem bedeutenden Gehalte von bituminöſen Stoffen (Steinöl, Bergtheer ꝛc.) und ulminartigen Subſtanzen, ſowie mit einer größeren oder kleineren Quantität Aſche. Die Menge des Kohlenſtoffs beträgt 50—75 Proc., alſo nicht ſo viel als in den Steinkohlen.

2) Eigenſchaften: Im Bruche entweder muſchelig bis eben und glatt, oder faſerig und mit Holzgefüge, oder auch erdig. Braun bis pechſchwarz, matt bis fettglänzend, im Ritze braun und ſtets mehr oder weniger glänzend. Spröde bis milde, oft in dünnen Faſern oder Blättern biegſam. — Sp. Gew. = 0,5—1,5. Im Feuer nicht ſchmelzbar, aber meiſt leicht entzündlich und dann mit einer rußenden Flamme, einem unangenehmen harzig-talgartigen Geruche und unter Hinterlaſſung von mehr oder weniger Aſche verbrennend. Als Pulver mit Kalilauge erwärmt, die letztere dunkelbraun färbend (alſo ulminſaures Kali bildend).

3) Abarten:

a. Pechkohle (Glanzkohle zum Theil): Derb, bisweilen prismatiſch (4—6ſeitig) abgeſondert; mit vollkommen muſcheligem Bruche. Pechſchwarz; wachs- oder fettglänzend. Spröde. Härte = 2,5. — Aus-

gezeichnet am Meißner, Hirschberg, Habichtswalde und Braunsberg §. 269.
in Hessen und bei Harderode im Braunschweigschen.

b. Gemeine Braunkohle: Derb, meist mit schiefrigen Absonderungen und nur undeutlichen Spuren von Holzgefüge; mit flachmuscheligem Bruche. Schwarzbraun bis pechschwarz; schimmernd bis schwach fettglänzend. Härte = 2. — Am meisten vorkommend. An ihren Schichtflächen bisweilen Pflanzensamen (z. B. bei Kaltennordheim a. d. Rhön) tragend.

c. Ebene Braunkohle: Derb, mit ebenem ins Flachmuschelige oder Erdige ziehenden, Bruche. Holzbraun bis pechschwarz; matt oder schwach wachsartig schimmernd. Härte = 2.

d. Holzige Braunkohle (bitumin. Holz): Massen, welche deutlich die Formen und die Structur von Bäumen und andern Pflanzen oder deren Theilen an sich tragen. Braun in verschiedenen Nüancen; matt bis schimmernd. Härte = 1 — 2.

Modificationen der holzigen Braunkohle sind:

α. Nadelförmige Braunkohle: Derb, aus der Länge nach verbundenen Nadeln bestehend; mit muscheligem, wachsartig glänzendem, Bruche. Graulich- oder bräunlichschwarz. Elastisch biegsam. — Z. B. bei Lobsaun im Elsaß.

β. Bastkohle: Lagen von mehr oder weniger bastartigem Ansehen und Gefüge. Holzbraun bis pechschwarz; fettig schimmernd. Elastisch biegsam.

e. Schieferkohle: Lagen mit dünnschiefrigen Absonderungen und erdigem, mattem Bruche. Braun. — Elastisch biegsam. — Z. B. bei Friesdorf unweit Bonn.

f. Erdkohle (Cölnische Erde oder Umbra): Derbe, leicht in staubartige Theile zerreibliche, mit erdigem Bruche versehene, matte Massen von brauner ins Gelbliche und Grauliche ziehender Farbe. — Z. B. bei Cöln und in Griechenland.

g. Wachshaltige Braunkohle (Pyropissit): Schmutziggelb bis gelbbraun, erdig; matt, im Ritze glänzend. Bei geringer Wärme weiße schwere Dämpfe ausstoßend, im Feuer mit Gestank verbrennend und in einem offenen Gefäße erhitzt zu einer pechartigen Masse schmelzend. Durch Aether läßt sich ein wachshaltiger Stoff ausziehen. — Sie bildet bei Gerstewitz das Hängende eines Braunkohlenflötzes, hat stellenweise eine Mächtigkeit von 3′ und geht nach unten in fette Braunkohle über; kommt aber auch nesterweise in den Braunkohlen bei Bacha an der Rhön vor.

h. Papierkohle (Dysodil): Aggregate, welche aus dünnen, leicht von einander trennbaren, biegsamen, zähen Häuten bestehen und braun oder grau sind. Sie besteht vorherrschend aus Bitumen, Thon und Kieselerde, welche letztere vorherrschend aus Infusorienpanzern gebildet erscheint. Bei Rott ist sie lagenweise so von Kieselsäure durchdrungen, daß sie am Stahle funkt (Verkieselte Papierkohle nach Nöggerath) und einem Kieselschiefer ähnlich wird. — Sie soll nach Ehrenberg weiter nichts als ein von Bitumen und Erdpech durchdrungener und mit kohligen Theilen gemengter, wesentlich aus

§. 269. Infuſorien beſtehender Schiefer ſein. — Bei Rott unweit Bonn; Linz, Orsberg bei Erpel; Glimmbach bei Gießen. Bei Syrakus.

i. Kieſelige Braunkohle (Kieſelholz): Von Kieſelerde ganz durchdrungene Holzmaſſe von weißlicher, gelber bis brauner Farbe; bisweilen in ganzen Stämmen und bald vollkommen verſteinert, bald auch noch von kohligem Anſehen. Häufig an den Abſonderungen der Jahresringe und an der Oberfläche mit zarten Bergkryſtallen bedeckt. Hart, funkend; beim Verbrennen ein Kieſelſkelet gebend. — Vorzugsweiſe in ſolchen Braunkohlenlagern, welche von Baſalten durchſetzt werden — z. B. zwiſchen Göttingen und Münden.

k. Eiſenſchüſſige Braunkohle: Von Eiſenoxydhydrat oder von kohlenſaurem Eiſenoxydul durchdrungene Braunkohle; beide Eiſenerzarten oft auch zwiſchen den Holzfaſern der Kohle mit rogenſteinartiger Textur auftretend. — Bei Friesdorf und Hardt unweit Bonn.

4) Zufällige Einſchlüſſe: Der häufigſte Begleiter iſt der Eiſenkies, welcher bald in Knollen, Kugeln oder Kryſtallen, bald auch in Ueberzügen zwiſchen den Kohlenlagen auftritt. Durch ſeine Umwandlung oder Zerſetzung gibt er die Veranlaſſung zur Bildung von Eiſenvitriol (in großer Menge bei Kaltennordheim), Alaun, Gyps (in ſehr ſchönen Druſen a. d. Rhön), Schwefel (bei Münden und bei Weenzen im Hannöverſchen ausgezeichnet ſchön und gewöhnlich mit körnigkryſtalliniſchem Gyps verbunden). Außerdem beſitzen die Braunkohlen mehrere mineraliſche Einſchlüſſe, welche organiſchen Urſprungs ſind, ſo Bernſtein (Alten-Weddingen im Magdeburgſchen [?]); Scheererit (bei Uznach in der Schweiz); Könleinit (bei Uznach); Hartit (zu Oberhart bei Gloggnitz in Nieder-Oeſterreich); Retinit (bei Halle, bei Laubach am Vogelsgebirge, bei Radnitz in Böhmen); Mellit (bei Artern in Thüringen), Oxalit ꝛc.

5) Uebergänge zeigt die Braunkohle theils in Steinkohle durch die Pechkohle, theils in Anthracit, letzteres namentlich da, wo ſie von Baſalten durchſetzt wird, ſo vorzüglich am Hirſchberg und Meißner in Heſſen.

6) Lagerformen und Lagerungsverhältniſſe: Wie die Steinkohle, ſo kommt auch die Braunkohle in oft ſehr regelmäßigen, mächtigen und weit ausgedehnten Flötzen vor oder auch in maſſigen Stöcken.

Das Braunkohlenlager im Brühler Revier zwiſchen Bonn und Cöln beträgt nach v. Dechen auf dem weſtlichen Gehänge über 13 Lachter. Die Kohlenflötze bei Bilin und im Falkenau-Karlsbader Baſſin erreichen nach Reuß die Mächtigkeit von 10 Klaftern. Bei Zittau in Sachſen erreicht nach Naumann die Braunkohle ſtellenweiſe eine Mächtigkeit von 70 bis über 100 Fuß, einſchließlich der Zwiſchenlagen von Thon.

Die einzelnen Kohlenlager ſind in der Regel durch Sand oder Thonſchichten von einander getrennt; in Baſalt- und Trachytgebieten — ſo am Meißner, am Vogelsberge (bei Laubach), am Siebengebirge, in der Lauſitz, in Schleſien und in Böhmen —, bilden bisweilen ſogar Baſalt- oder Trachyttuffe die Zwiſchenlagen und Decken der einzelnen Kohlenflötze. Die unterſten Lagen der ganzen Kohlenbildung beſtehen entweder aus Sand

oder thonigen oder mergeligen Sandsteinen, — so im norddeutschen Tief- §. 269.
lande —, oder auch wohl aus basaltischen Gesteinen, welche häufig auch die Decke der ganzen Bildung darstellen, so in Hessen und auch in Böhmen. Hie und da besteht diese unterste Lage auch aus plastischem Thon.

Bei Laubach am Vogelsgebirge wechseln nach v. Leonhard siebenmal Basalttufflager mit Braunkohlenflötzen; Aehnliches findet bei Jauer in Schlesien statt. Am Fuße des Siebengebirges lagern bei Bonn (nach Dechen) trachytische Conglomerate und Tuffe über den tiefsten Sandsteinen und Thonen und werden von den Kohlen führenden Schichten bedeckt.

Die Mächtigkeit und Zahl der einzelnen Flötze ist sehr verschieden; jedoch kommen wohl nie so zahlreiche Flötze bei den Braunkohlen vor, wie bei den Steinkohlen.

Bei Bilin, Altsattel und Davidsthal in Böhmen sind 4, bei Sangershausen 5, bei Muskau in der Lausitz 6, in der Mark Brandenburg 7 über einander liegende Flötze bekannt.

Die Braunkohlenflötze sind ebenso wie die Schichten der Steinkohlen sammt ihren Zwischenlagen durch das Empordrängen eruptiver Gesteine — namentlich der Basaltite und Phonolithe — auf das mannigfaltigste aus ihrer normalen Ablagerung emporgehoben, zerknickt und verschoben worden; auch haben sie durch diese eruptive Gesteine ebenso wie die sie umlagernden Thone die verschiedenartigsten Veränderungen erlitten, wie man am Hessenbrücker Hammer bei Solms-Laubach am Vogelsberge, am Hirschberge und Meißner, an der Rhön, in Böhmen und in der Lausitz sattsam bemerken kann.

7) Hauptlagerorte: Ehemalige Binnenseen und tief ins Land einschneidende Meeresbuchten waren der Sammelplatz, in welchen die Ströme und Wasserfluthungen entwurzelte Stämme von Festlandsbäumen, wie Coniferen, Amentaceen, Juglandeen, Acerineen ꝛc. absetzten und so das Material zur Braunkohlenbildung lieferten. Der Boden dieser Sammelplätze wurde von den Gliedern der verschiedensten Formationen, am meisten aber von den Jura- und Kreidebildungen, seltener von den Ablagerungen der Triasgruppe gebildet. Wo aber die Formationenreihe vollständig entwickelt vorkommt, da ist die Kreide mit ihren Gliedern die normale Unterlage des die Braunkohlen enthaltenden Tertiärgebirges.

Zu den bedeutenderen Braunkohlenablagerungen gehören die des norddeutschen Tieflandes, Schlesiens, Böhmens (namentlich in dem Becken, welches von Aussig, Teplitz, Dux und Kommotau am Südfuße des Erzgebirges bis gegen Eger hinzieht), Sachsens, Thüringens (bei Halle, Artern, Sangershausen), Hessens (am Meißner, Hirschberg, Habichtswald, Vogelsberg), der Rhön (im Streu- und Feldathal), der Wetterau, des Westerwaldes, Rheinpreußens, Bayerns, Steyermarks ꝛc.

Anhang.

Lettenkohle. In der unteren, zunächst über dem Muschelkalke folgenden Etage der Keuperformation lagern in Schwaben, Franken, Thüringen, Lothringen u. a. a. O. gewöhnlich dolomitische meist ockergelbe bis grün-

§. 270. a. Diese Gesteinsbildungen besaßen von ihrer Entstehung an, ebenso gut wie die Granite, Syenite und Diorite, ein pyrogenes Bildungsmaterial; dasselbe wurde aber theils durch die aus dem Erdinnern nach Außen drängenden, vorzüglich mit Kieselsäure und Alkalien beladenen, Dämpfe, theils auch durch die, von Außen her auf die erste Erstarrungskruste des Erdkörpers einwirkenden und derselben unaufhörlich Wärme entziehenden, Stoffe der sich abkühlenden Atmosphäre umgewandelt. Durch diese letztgenannten Atmosphärenstoffe wurden zunächst die obersten oder äußersten Lagen der uranfänglichen Erdrinde viel rascher abgekühlt als die untersten, so daß sich in ihr die einzelnen Gemengtheile nicht krystallisch entwickeln konnten, während die unter ihr befindlichen Erdrindelagen, welche noch mit dem gluthheißen Erdinnern in fortwährender Verbindung standen, ihren Schmelzzustand bewahrten und nur allmählich und in dem Maße, wie die oberste, schon erstarrte, Erdrindenlage ihnen die Wärme entzog, erstarrten und sich in Folge davon krystallinisch entwickeln konnten. Indem nun aber dieser Erstarrungsproceß gleichmäßig von Außen nach Innen und an allen Punkten der Oberfläche des kugeligen Erdkörpers gleichzeitig vorwärtsschritt, wurde die Masse der ersten Erdrinde in lauter parallele Schieferlagen abgesondert, und indem sich im Verlaufe der Zeit unter der schon gebildeten und erstarrten Erdrinde aus dem Schmelze des Erdinnern immer noch neue Rindenlagen absonderten, entstanden die concentrisch übereinander lagernden Schichtmassen der krystallinischen Schiefermassen, von denen also die untersten oder innersten, aus Gneiß bestehenden, Lagen die jüngsten und in Folge ihrer allmählichen Abkühlung krystallinisch entwickeltsten, dagegen die obersten oder äußersten, aus Urthonschiefer bestehenden, die ältesten und in Folge ihrer raschen Abkühlung am wenigsten krystallinisch entwickelten sind. Diese obersten, aus Urthonschiefer bestehenden, Erdrindelagen erlitten indessen im Zeitverlaufe durch das auf sie einwirkende Meeres- und Atmosphärenwasser noch mancherlei Veränderungen; sie wurden theilweise mechanisch zertrümmert, theilweise chemisch zersetzt und hierdurch von Außen nach Innen in das Bildungsmaterial des gemeinen Thonschiefers umgewandelt, woher es auch kommt, daß der Urthonschiefer in seinen oberen Lagen mannichfache Uebergänge in den letzteren wahrnehmen läßt.

b. Außer diesen krystallinischen Schieferbildungen giebt es aber auch noch andere metamorphische Gesteine, welche geschichtet und geschiefert sind und auch das Gepräge von gemengten krystallinischen Gesteinen an sich tragen, aber innig mit wahren hydrogenen Erdrindemassen in Verbindung stehen, sei es nun, daß sie sich in wirklicher Wechsellagerung mit den letzteren befinden, sei es, daß sie in einer und derselben Schichtlage mit ihnen auftreten, so daß das eine Ende dieser letzten aus krystallinischem Gesteine, das andere aber aus klastischer Masse besteht. Diese Art von metamorphischen Gesteinen, welche hauptsächlich im Gebiete der hydrogenen Erdrindemassen da auftreten, wo anerkannt pyrogene Gesteine in Gängen die ersteren durchsetzt haben, sind offenbar Producte, welche aus den hydrogenen Erdrindemassen da entstanden sind, wo dieselben mit aufsteigenden pyrogenen Steinschmelzen in Berührung kamen und entweder durch die letzteren geschmolzen oder von den sie begleitenden Mineraldämpfen durchdrungen wurden.

Die Umwandlung von Grauwacke in Hornfels, von Thonſchiefer oder §. 270.
Schieferthon in Glimmerſchiefer und Gneiß durch die Nähe von granitiſchen Gängen, von Kreide oder dichtem Kalkſtein in kryſtalliniſchen Kalkſtein oder von Sandſtein oder Thon in Porzellanjaspis durch Baſaltdurchbrüche u. ſ. w. iſt allbekannt.

4) Den Pyrogeniten gegenüber ſtehen alle die durch Niederſchläge im Waſſer entſtandenen Erdrindemaſſen oder *Hydrogenite*. Sie entſtehen noch gegenwärtig in derſelben Weiſe und aus demſelben Bildungsmateriale, wie in allen früheren Bildungsperioden der Erdrinde. Was im Waſſer löslich, ſchlämm- und rollbar iſt, das wird alles vom Waſſer zur Bildung neuer Erdrindemaſſen benutzt und zwar in der Weiſe, daß es das Waſſer überall da nach den Geſetzen der Schwere abſetzt, wo es in ſeinem Laufe gehemmt oder zur Verdunſtung angeregt wird, wie es im folgenden Abſchnitte noch näher beſchrieben werden wird. Enthält nun ein Gewäſſer bloß lösbare Subſtanzen, ſo wird es dieſelben ſtets erſt bei ſeiner Verdunſtung und zwar um ſo mehr in kryſtalliniſch gebildeten Maſſen abſetzen, je langſamer es verdunſtet; enthält es dagegen neben ſeinen gelöſten Mineralſtoffen auch noch Schlamm, ſo verbindet ſich der letztere innig und gleichmäßig mit den ſich ausſcheidenden Löſungsſubſtanzen zu halbkryſtalliniſchen Niederſchlägen, und befinden ſich in einem Gewäſſer neben gelöſten und geſchlämmten Subſtanzen, auch gröberer und feinerer Steinſchutt, ſo werden die erſteren zuerſt alle Lücken zwiſchen dem letzteren ausfüllen und hierdurch denſelben zu maſſigen Ganzen verkitten und dann aus ihren noch übrigen Reſten über den verkitteten Geröllen und Sandkörnern ſelbſtſtändige Ablagerungen bilden, deren jede ein für ſich beſtehendes und durch parallel ziehende Abſonderungsſpalten (— *Schichtſpalten* —) von den unter oder über ihr lagernden Maſſen getrenntes Ganze (d. i. eine *Schichte*) bildet. *Eine Abtheilung in Schichten und ein Zuſammenauftreten von übereinander liegenden Schichten von einfachen kryſtalliniſchen, einfachen halbklaſtiſchen und gemengten klaſtiſchen Geſteinsmaſſen, von denen die unteren in die oberen übergehen*, iſt demnach bezeichnend für die hydrogenen Felsarten.

Bei einer vollſtändigen Reihe hydrogener Geſteine kann man von oben nach unten folgende Ablagerungsreihen beobachten:

kryſtalliniſche hydrogene Geſteine		Dolomit
		dolomitiſcher Kalkſtein
		einfacher Kalkſtein.
Halbklaſtiſches, einfaches Geſtein	Mergel	Kalkmergel
		Thonmergel.
Klaſtiſches einfaches Geſtein	Thon.	
Ganzklaſtiſche gemengte Geſteine		ſandiger Thon od. ſandiger Mergel
		Sandſtein
		ſandiges Conglomerat
		eigentliches Conglomerat.

5) Alles dieſes vorausgeſetzt, laſſen ſich nun die ſämmtlichen minerogenen Felsarten der Erdrinde in diejenige Ueberſicht bringen, welche auf beifolgender Tabelle angegeben iſt.

Die minerogenen Gesteine der Erdrinde

sind:

- ihrem **Bildungsmateriale** nach:
  - aus krystallinischen Mineralien zusammengesetzte:
    - in ihrer ganzen Masse aus einer einzigen Mineralart bestehend: **Einfache**
    - aus einem Gemenge von zwei oder mehreren Mineralien gebildet: **Gemengte**

    → krystallinische Gesteine.
  - aus Zersetzungs- und Zertrümmerungsproducten anderer Gesteine gebildete:
    - in ihrer ganzen Masse aus einer einzigen Mineralsubstanz bestehend: **Einfache**
    - aus einem Gemenge von einem Cäment und in demselben liegenden Trümmern bestehend: **Gemengte**

    → klastische Gesteine.
- ihren **Bildungspotenzen** nach:
  - vorherrschend durch den Einfluß des Vulcanismus entstanden:

    Pyrogene oder **vulcanische Gesteine:**
    - aus erstarrten vulcanischen Schmelzmassen selbst gebildete und zwar
      - durch allmähliche Erstarrung entstandene: krystallinische
      - durch schnelle Erstarrung entstandene: hyalolithische
    - aus den Zertrümmerungsproducten erstarrter vulcanischer Schmelze gebildete: Asche, Gerölle.
      - Vulcanische Tuffe.
      - Tuffconglomerate.
  - vorherrschend durch das Wasser allein oder mit Hülfe der in ihm gelösten Agentien gebildete:

    Hydrogene oder **neptunische Gesteine:**
    - Derbe Gesteinsmassen, welche entstanden sind:
      1. nur aus wirklichen Lösungen: Einfache krystallinische Ge-
      2. aus einem Gemische von gelösten und geschlämmten Substanzen:
      3. nur aus geschlämmten Trümmern: (Ganz- klastische
    - Lose Schuttmassen
      - Steinschutt.
      - Erdschutt.

Die Umwandlung von Grauwacke in Hornfels, von Thonschiefer oder §. 270.
Schieferthon in Glimmerschiefer und Gneiß durch die Nähe von granitischen Gängen, von Kreide oder dichtem Kalkstein in krystallinischen Kalkstein oder von Sandstein oder Thon in Porzellanjaspis durch Basaltdurchbrüche u. s. w. ist allbekannt.

4) Den Pyrogeniten gegenüber stehen alle die durch Niederschläge im Wasser entstandenen Erdrindemassen oder *Hydrogenite*. Sie entstehen noch gegenwärtig in derselben Weise und aus demselben Bildungsmateriale, wie in allen früheren Bildungsperioden der Erdrinde. Was im Wasser löslich, schlämm- und rollbar ist, das wird alles vom Wasser zur Bildung neuer Erdrindemassen benutzt und zwar in der Weise, daß es das Wasser überall da nach den Gesetzen der Schwere absetzt, wo es in seinem Laufe gehemmt oder zur Verdunstung angeregt wird, wie es im folgenden Abschnitte noch näher beschrieben werden wird. Enthält nun ein Gewässer bloß lösbare Substanzen, so wird es dieselben stets erst bei seiner Verdunstung und zwar um so mehr in krystallinisch gebildeten Massen absetzen, je langsamer es verdunstet; enthält es dagegen neben seinen gelösten Mineralstoffen auch noch Schlamm, so verbindet sich der letztere innig und gleichmäßig mit den sich ausscheidenden Lösungssubstanzen zu halbkrystallinischen Niederschlägen, und befinden sich in einem Gewässer neben gelösten und geschlämmten Substanzen, auch gröberer und feinerer Steinschutt, so werden die ersteren zuerst alle Lücken zwischen dem letzteren ausfüllen und hierdurch denselben zu massigen Ganzen verkitten und dann aus ihren noch übrigen Resten über den verkitteten Gerölln und Sandkörnern selbstständige Ablagerungen bilden, deren jede ein für sich bestehendes und durch parallel ziehende Absonderungsspalten (— *Schichtspalten* —) von den unter oder über ihr lagernden Massen getrenntes Ganze (d. i. eine *Schichte*) bildet. *Eine Abtheilung in Schichten und ein Zusammenauftreten von übereinander liegenden Schichten von einfachen krystallinischen, einfachen halbklastischen und gemengten klastischen Gesteinsmassen, von denen die unteren in die oberen übergehen*, ist demnach bezeichnend für die hydrogenen Felsarten.

Bei einer vollständigen Reihe hydrogener Gesteine kann man von oben nach unten folgende Ablagerungsreihen beobachten:

krystallinische hydrogene Gesteine		Dolomit
		dolomitischer Kalkstein
		einfacher Kalkstein.
Halbklastisches, einfaches Gestein	Mergel	Kalkmergel
		Thonmergel.
Klastisches einfaches Gestein	Thon.	
Ganzklastische gemengte Gesteine		sandiger Thon od. sandiger Mergel
		Sandstein
		sandiges Conglomerat
		eigentliches Conglomerat.

5) Alles dieses vorausgesetzt, lassen sich nun die sämmtlichen minerogenen Felsarten der Erdrinde in diejenige Uebersicht bringen, welche auf beifolgender Tabelle angegeben ist.

Die Zusammenfügungs- und Verbindungsweisen der Erdrindemassen zum Ganzen der Erdrinde.

(Geo- oder Chthonotektonik).

§. 272. **Vom Bau der Erdrinde im Allgemeinen.** — Der bis jetzt dem Menschen bekannt gewordene Theil der Erdrinde gleicht in seinem Baue oder der Art seiner Zusammenfügung dem Holz- und Rindenkörper eines ausgewachsenen, mächtigen Baumstammes. Wie dieser äußerlich von den tief einschneidenden, sich mannichfach verästelnden, Furchen und Runzeln der Borke bedeckt ist, innerlich aber aus lauter concentrisch übereinander lagernden, oft auch mannichfach sich hin- und herwindenden, ringförmigen Rindenlagen besteht, welche von, strahlig vom Baummarkkörper aus nach dem Umfange des Stammes hinziehenden, Markstrahlen und Aesten von Innen nach Außen durchzogen wird, — so erscheint auch der Erdkörper an seiner Außenfläche mannichfach durchfurcht von den steinernen Faltungen der seine Rinde bildenden Gesteinsmassen, während das Innere dieser Rinde zusammengesetzt ist von mächtigen, concentrisch übereinander liegenden, mannichfach gewundenen und verschobenen, Gesteinsablagerungen, die dann weiter von mehr oder weniger strahlig vom Innern nach der Außenfläche des Erdkörpers ziehenden, massigen Gesteinsbildungen durchsetzt sind. — Den bei weitem größten Theil der Erdrinde nun bilden die concentrisch übereinander lagernden, in Schichten abgetheilten, hydro- und kryptogenen, Gesteinsmassen; sie sind das Grund- und Hauptgemäuer der Erdrinde, während die dasselbe von Innen nach Außen durchsetzenden, ungeschichteten Felsarten gewissermaßen die Ausfüllungsmittel aller der Spalten bilden, welche in der Masse des Grundgemäuers bei deren Erstarrung oder Hebung entstanden sind. Unter allen diesen Erdrindebildungsmassen sind vorzüglich diejenigen ins Auge zu fassen, welche in Folge ihrer massenhaften Entwickelung schon für sich allein bedeutende Räume in dem Gemäuer der Erdrinde ausfüllen und gewöhnlich *Gebirgsglieder* genannt werden; indessen dürfen dabei auch nicht diejenigen Mineralmassen, welche die schmäleren, räumlich unbedeutenderen, Spalten und Höhlungen in dem Mauerwerke der Gebirgsglieder ausfüllen und namentlich als *Gang-* und *Lagermassen* bekannt sind, außer Acht gelassen werden; denn sie geben dem Gebirgsforscher gar häufig den Schlüssel zur Erklärung von der Entstehung, Zersetzung und Umwandlung der sie einschließenden Gebirgsgesteine, ganz abgesehen davon, daß gerade sie sehr häufig dem Menschen die nutzbarsten Mineralien liefern.

I. Die als Gebirgsglieder auftretenden Gesteinsmassen.

a. Die geschichteten Gesteine.

Wesen der geschichteten hydrogenen Gesteine. — Wenn Gewässer §. 273.
mit Mineral- und Erdschutt beladen in irgend eine Vertiefung der Erdoberfläche, sei es in einen Erdfall, ein Kesselthal oder in ein Seebecken, fließen und daselbst in ihrem Laufe gehemmt oder ganz zum Stillstande gebracht werden, so setzen sie, wie früher schon angegeben, all ihren geschlämmten, geschwemmten oder geschobenen Schutt je nach dem größeren oder geringeren Gewichte und der leichteren oder schwereren Schlämmbarkeit der einzelnen Schutttheile in parallel übereinander liegenden Lagen in der Weise ab, daß die schwersten und nur rollbaren Theile (Gerölle oder Sand) die untersten und die am leichtesten schlämmbaren Theile (so der Thon) die obersten Ablagerungen bilden. Jede einzelne, in dieser Weise abgesetzte, Masse stellt nun, wenn ihr Niederschlag ohne alle Störung hat vor sich gehen können, eine in ihrer ganzen Ausdehnung ziemlich gleich dicke, oben und unten von parallel zu einander liegenden, häufig ganz ebenen, Endtafelflächen begrenzte, Ablagerungsplatte dar, welche man eine aufgeschichtete Masse oder kurzweg eine *Schichte* nennt, während die ebenfalls parallel ziehenden Spalten, durch welche die einzelnen, übereinander liegenden, Schichtmassen von einander getrennt werden, *Schichtspalten* genannt werden.

1) *Eine Gesteinsschichte ist demnach die Gesammtmasse all des Schuttes, welchen ein Gewässer in einem und demselben Zeitraume enthielt und absetzte.* Soviel Schichten also eine Gebirgsmasse übereinander zeigt, so viel Zeiträume hat diese Masse zu ihrer Entwickelung gebraucht; und die zwischen zwei übereinander liegenden Schichtmassen befindliche Schichtspalte oder *Schichtungsfuge* bildet die Grenzfläche oder besser Grenzzeit zwischen der Bildungsperiode der unteren und oberen Schichte. Sehr oft kann es nun vorkommen, daß das Ablagerungen bildende Gewässer mehrere nach einander folgende Zeiträume hindurch ein und dasselbe Bildungsmaterial enthält, dann sind natürlich die von ihm in verschiedenen Zeiträumen abgesetzten Schichtmassen alle mineralisch gleichartig, aber sehr häufig sind auch die unmittelbar auf einander folgenden Schichtmassen aus mineralisch ganz verschiedenen Substanzen zusammengesetzt, so daß z. B. die unterste Schichte aus Conglomerat, die darüber liegende aus Sandstein und die zuoberst ausgebreitete aus Schieferthon, Mergel oder Kalkstein besteht. Diese Ungleichartigkeit von unmittelbar auf einander lagernden Schichten deutet an, daß ein Gewässer in kurz auf einander folgenden Zeiträumen ganz verschiedenartigen Bildungsschutt geführt hat. Es ist dieses ein Fall, welchen man noch gegenwärtig an jedem Gebirgsbache beobachten kann. Nach einem schneereichen Winter setzt derselbe im Frühjahre bei plötzlich eintretendem Thauwetter eine starke Schichte von grobem Gerölle in Untermischung mit verwesendem Laube und Erdschutt ab; nach schneearmem, aber regenreichem,

§. 273. Winter jedoch bildet er nur Ablagerungen von Erd- und Pflanzenschutt. Und schon in einem und demselben Jahresraume vermag er mehrere Ablagerungen ganz verschiedener Art zu bilden. Wenn sonst nicht gewaltsame Wolkenbrüche das Wirthschaften der Natur abändern, so sind in der Regel die Ablagerungen im Frühjahre geröllreich und mit mehr oder weniger, noch nicht vollständig verwestem, Pflanzenschutte untermengt, im Sommer dagegen geröllarm, mehr feinsandig oder erdig und entweder ganz pflanzenleer oder mit fein zertheiltem Humus untermengt, so daß man von den in einem Jahresraume abgelagerten Schuttmassen

eine vorherrschend aus Geröllen und nur halb verwestem Laube bestehende Frühjahrsschichte und

eine vorherrschend aus feinem Sand, Erde und Humus bestehende Sommerschichte

unterscheiden kann. Diese Erscheinung kann man in noch großartigerem Maßstabe, bei den von der Meeresfluth abgesetzten, Marschbildungen beobachten; denn bei diesen werden während der kalten Jahreszeit nur aus fettem Thon oder Knick, während der heißen Jahreszeit aber nur aus humusreicher Erdkrume oder Schlick Ablagerungen gebildet (vgl. Senft: Humus-, Marsch-, Torfbildungen, S. 64).

2) Wenn der Zeitraum zwischen der Bildung von zwei Schichtablagerungen so kurz ist, daß die Oberfläche der unteren oder ersten Schichte noch nicht vollständig erstarrt ist, so vermischt sich die Masse der sich später bildenden Schichte mit der ersteren mehr oder weniger, so daß die Schichtungsspalte mehr oder weniger sich verwischt oder auch ganz verschwindet und aus zwei Schichten eine einzige entsteht. Dieses tritt ganz besonders da hervor, wo die erst gebildete Schicht aus Geröllen oder Sand und die kurz nach ihr gebildete Schicht aus Thonschlamm besteht. In diesem Falle sintert der letztere zwischen alle Lücken der Gerölle und Sandkörner, verkittet sie unter einander zu einem Conglomerate, welches in seiner oberen Region allmählich in Sandstein und durch diesen in Schieferthon übergeht, so daß aus drei, in verschiedenen, aber kurz auf einander erfolgten, Schichtmassen eine einzige compacte, fast keine Schichtung zeigende, Ablagerung entsteht. Soll daher ein Complex von nach einander erfolgten Ablagerungen eine deutliche Schichtung zeigen, so muß der Zeitzwischenraum zwischen der Ablagerung der einzelnen Gesteinsmassen wenigstens so lange dauern, daß die Bildungstheile jeder einzelnen Ablagerung erst innig sich mit einander verbinden und an ihrer Oberfläche eine Erstarrungskruste bilden können. Am leichtesten findet dieses statt bei den aus reinem Thone oder auch aus feinem, mit Thon untermischtem, Sande bestehenden Ablagerungsmassen; denn diese werden, wenn sie sich erst voll Wasser gesogen haben, schon durch die über ihnen befindliche Wassermasse so zusammengepreßt, daß sie „wasserhart" werden und eine ganz dichte, mehr oder weniger feste Oberfläche bekommen. Man kann diese Erscheinung schon an jedem schlammreichen Bache beobachten. In allem diesen liegt aber auch der Grund, warum Schieferthone, bindemittelreiche Sandsteine und thonhaltige Kalksteine in der Regel die deut-

lichste Schichtung wahrnehmen lassen. — Die so entstandenen Schichten §. 273.
liegen nun entweder unmittelbar auf einander oder sind von einander durch eine dünne Zwischenlage von anderer Mineralmasse (d. i. durch ein Besteg) getrennt.

3) Hat nun eine Ablagerungsmasse Zeit und Gelegenheit gehabt, an ihrer Oberfläche gleichmäßig zu erstarren, so ist ihre Schichtfläche möglichst eben, so daß die ganze Schichtmasse eine regelrecht ausgebildete Tafel oder Platte bildet. Diese vollständige Entwickelung bemerkt man am meisten bei denjenigen Ablagerungsmassen, welche aus einem innigen und gleichmäßigen Gemische von Thon und Kalk oder von Thon und feinem Sande bestehen, denn diese Mischungen ziehen sich bei ihrer Erstarrung ganz gleichmäßig zusammen und platzen nicht. Besteht dagegen eine Ablagerungsmasse aus Thon allein oder aus einer ungleichmäßigen Mengung von Thon mit gröberem Sande oder auch mit Glimmerblättchen, dann zerreißt sie bei ihrer Erstarrung wenigstens an ihrer Oberfläche zu einem mehr oder minder regelmäßigen Netze von Spalten. Indem sich nun in diese Spalten Theile von den später erfolgenden Niederschlägen so lange eindrängen, bis sie dieselben ganz ausgefüllt haben und dann weiter auch noch die nun erfolgende Deckenablagerung bilden, wird diese letztere durch ihre, in die Austrocknungsspalten der unter ihr befindlichen Schichtmasse eingedrungenen, Massetheile wie durch Leisten oder Zapfen mit dieser ihrer Unterlage verbunden. Hebt man dann nach ihrer vollständigen Erstarrung die obere Ablagerung von ihrer Unterlage ab, so zeigt sie an ihrer unteren Schichtfläche ein Netz von mehr oder minder stark hervortretenden Steinleisten, welche genau in die Netzspalten an der oberen Fläche der unter ihr lagernden Gesteinsschichte passen. Diese Erscheinung kann man sehr häufig bei thonigen Sandsteinen, aber auch an Schieferthonschichten beobachten. — Von dieser netzförmigen, verzweigten Leistenbildung ist indessen wohl zu unterscheiden eine schlangenförmig hin- und hergewundene, häufig ihrer Länge nach gestreifte, Wulstenbildung, welche man nicht selten an den Schichtenflächen z. B. von dichten Kalksteinen (z. B. in der Formation des Muschelkalkes) bemerkt. Diese eigenthümlichen „Schlangenwülste" verdanken ihre Entstehung den Rinnen, welche auf der noch weichen Schichtoberfläche herumziehende Muschelthiere hervorbringen, und in welche dann die später erfolgenden Kalkniederschläge eindringen und sie in ganz ähnlicher Weise ausfüllen, wie die oben erwähnten Austrocknungsspalten der Sandsteine. — Außer diesen Arten von Unebenheiten zeigt die Schichtoberfläche namentlich von feinkörnigen Sandsteinen, Schieferthonen und Thonschiefern sehr häufig auch noch wellenförmige, meist ziemlich parallel laufende, Erhöhungen und Vertiefungen (Wellenfurchen), welche lediglich durch die, über feinsandige oder thonige Ablagerungen hinfluthenden, Wasserwellen erzeugt werden, wie man noch gegenwärtig nicht nur an den Strandablagerungen des Meeres, sondern auch an den Schlammgebilden der Flüsse beobachten kann. Endlich hat man auch schon hie und da die Oberfläche von Schichten besetzt gefunden, theils von kleinen, etwa erbsengroßen, Steinkügelchen, theils von ebenso großen, halbkugeligen Grübchen. Eine mehrfache Beobachtung hat gelehrt, daß dieselben von urweltlichen

§. 273. Regentropfen erzeugt worden ſind, da dergleichen noch gegenwärtig entſtehen, wenn ein Platzregen ſeine großen Tropfen über einer feinſandigen oder noch weichen Thonablagerung niederſinken läßt.

4) In der Maſſe einer Schichte zeigen in der Regel die ſie zuſammenſetzenden Mineraltheile eine den Schichtflächen parallel ziehende Ablagerung. Ganz vorzüglich iſt dieſes der Fall bei denjenigen Schichtmaſſen, welche ſehr viel Eiſenglanz-, Glimmer- oder Kohlenſchüppchen enthalten, woher es auch kommt, daß die reichlich mit den eben genannten Subſtanzen untermengten Thonablagerungen bei ihrer Austrocknung eine mit den Schieferflächen parallel ziehende Abſonderung in Schiefer zeigen, wie man namentlich an den Thonſchiefern und Schieferthonen bemerken kann. Indeſſen auch bei den Conglomeraten hat man beobachtet, daß die in einer Schichtmaſſe vorhandenen Gerölle ſo abgelagert ſind, daß dieſelben mit ihren breiten Flächen den Schichtflächen parallel liegen. Es iſt demnach die Parallelſtructur der Schichtmaſſen eine ziemlich allgemein auftretende. Eine Ausnahme von dieſer Regel bildet die ſogen. transverſale oder falſche Schieferung, welche darin beſteht, daß die Maſſentheile einer Schichte nicht parallel mit den Schichtflächen ziehende, ſondern die Schichte unter irgend einem Winkel durchſchneidende Schiefertafeln bilden, etwa ſo, als wären die Schichtmaſſen ihrer ganzen Dicke nach von oben nach unten unter irgend einem Winkel in lauter unter ſich parallel ziehende Tafeln zerſpalten worden. Das Merkwürdige bei dieſer eigenthümlichen Schieferung, welche vorherrſchend bei den Thonſchiefern der Grauwackeformation auftritt, iſt, daß dieſelbe häufig mit außerordentlicher Regelmäßigkeit und Stetigkeit alle Schichtenſyſteme von ganzen Gebirgen durchſetzt und den von ihr durchſchnittenen Schichtenzügen in allen ihren Windungen und Zerknickungen folgt, ſo daß es oft ſchwierig wird, den wahren Verlauf der Schichten herauszufinden (Fig. 101). Durch Verſuche, welche man mit einer weichen Thonplatte, die man zuvor reichlich mit Glimmerblättchen zuſammengeknetet hatte und dann von der Seite her zuſammenpreßte, anſtellte, erfuhr man, daß ſich alle Glimmertheilchen in der Thonplatte parallel zu einander und zwar rechtwinkelig zu dem auf die Thonplatte ausgeübten Druck ſtellten.

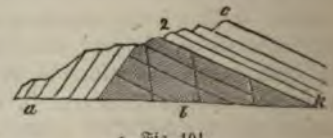


Fig. 101.
(Die Streifung der Schichten in 2. b. ſtellt die falſche Schieferung vor).

5) Die Mächtigkeit einer Schichte d. h. ihre Dicke oder der rechtwinkelige Abſtand ihrer beiden Schichtungsflächen iſt ſehr verſchieden und bleibt ſich ſelbſt bei einer und derſelben Schichte nicht immer gleich. Bei Schiefern, rein thonigen und erdig-dichten Kalkſteinen erreicht dieſelbe oft kaum einen Zoll, während ſie bei grobkörnigen Sandſteinen und Conglomeraten häufig bis zu 100 Fußen anſteigt. Sehr häufig nimmt dieſelbe namentlich nach den Seitenrändern einer Schichte hin ſo ab, daß ſich die beiden Schichtungsflächen zuletzt gegenſeitig ſchneiden und die ganze Schichte

einen scharfen Rand bekommt oder auskeilt. Wenn nun eine solche, an ihren sämmtlichen Seitenrändern auskeilende, Schichte nur eine geringe seitliche Ausdehnung hat, so erhält sie eben durch ihr Auskeilen eine linsenförmige oder lenticulare Gestalt und wird dann gewöhnlich eine lenticulare Einlagerung genannt. Haben diese Einlagerungen eine ungeregelte Gestalt und eine bedeutende Mächtigkeit, so nennt man sie Stöcke; dagegen werden sehr mächtige und seitlich auch weit ausgedehnte Schichten Bänke genannt, während seitlich auskeilende, in ihrer Mächtigkeit sich nicht gleich bleibende und in ihrer Bildungsmasse von den unter und über ihnen lagernden Schichtmassen abweichende, Schichten Lager oder, wenn sie aus technisch nutzbaren Mineralien (z. B. aus Erzen oder Steinkohlen) bestehen, Flötze heißen.

6) Die seitliche Verbreitung oder Ausdehnung der Schichten ist ebenfalls sehr verschieden und hängt sehr gewöhnlich ab theils von der Richtung, nach welcher hin eine Schichte sich ausdehnt, theils von der Neigung der Schichtflächen gegeneinander, theils von ihrer seitlichen Begrenzung durch andere Gebirgsgesteine. Für alle diese Verhältnisse ist im Allgemeinen Folgendes zu bemerken:

a. Wenn die obere und untere Endfläche einer Schichte sich einander so nähern, daß sie sich zuletzt unter einem spitzen Winkel mit einander verbinden, so keilt sich die Schichte aus, wie oben schon gesagt worden ist;

b. wenn eine Schichte seitlich durch eine andere oder auch durch den senkrecht stehenden Gang eines massigen Gesteins plötzlich begrenzt wird, so setzt oder stößt diese Schichte ab;

c. wenn aber eine Schichte von der Gebirgsoberfläche abgeschnitten wird, so geht sie zu Tage aus. Tritt in diesem Falle eine Schichte unter einem mehr oder minder spitzen Winkel zu Tage, so nennt man ihr Ende oder ihren Querschnitt das Ausgehende; bildet aber ihr Ausgehendes einen rechten Winkel mit der Gebirgsoberfläche, so bildet dasselbe einen Schichtenkopf.

Normale und abnorme Lagerung der Schichten. — Da jeder §. 274. Niederschlag im Wasser, sei es von wirklich gelösten oder von nur geschlämmten und geschwemmten Substanzen nach den Gesetzen der Schwere erfolgt, so muß er auch stets eine horizontale Ablagerungsfläche besitzen; ist dieses aber nicht der Fall, so ist er auch nicht mehr in seiner ursprünglichen natürlichen Lage, sondern durch irgend eine, — sei es innere, in seiner Masse liegende, sei es äußere, — Ursache aus einer horizontalen Lage herausgetrieben worden.

1) Eine Ausnahme von dieser Regel bilden häufig die feinsandigen und schlammigen Ablagerungen, welche sich von den Ufern der Bäche und Flüsse aus bilden und nach der Mittelrinne der letzteren hinziehen. Durch Anziehung der Uferwände bilden sich bekanntlich in Flußbetten immer zunächst der Ufer die ersten und stärksten Schlammniederschläge. Indem nun das an und über ihnen hinstreifende Flußwasser diese Niederschläge unaufhörlich beleckt, bekommen diese eine nach der Mitte des Flusses hin sanft abfallende Oberfläche, auf welcher dann aller sich später absetzende

§. 273. Regentropfen erzeugt worden sind, da dergleichen noch gegenwärtig entstehen, wenn ein Platzregen seine großen Tropfen über einer feinsandigen oder noch weichen Thonablagerung niedersinken läßt.

4) In der Masse einer Schichte zeigen in der Regel die sie zusammensetzenden Mineraltheile eine den Schichtflächen parallel ziehende Ablagerung. Ganz vorzüglich ist dieses der Fall bei denjenigen Schichtmassen, welche sehr viel Eisenglanz-, Glimmer- oder Kohlenschüppchen enthalten, woher es auch kommt, daß die reichlich mit den eben genannten Substanzen untermengten Thonablagerungen bei ihrer Austrocknung eine mit den Schieferflächen parallel ziehende Absonderung in Schiefer zeigen, wie man namentlich an den Thonschiefern und Schieferthonen bemerken kann. Indessen auch bei den Conglomeraten hat man beobachtet, daß die in einer Schichtmasse vorhandenen Gerölle so abgelagert sind, daß dieselben mit ihren breiten Flächen den Schichtflächen parallel liegen. Es ist demnach die Parallelstructur der Schichtmassen eine ziemlich allgemein auftretende. Eine Ausnahme von dieser Regel bildet die sogen. transversale oder falsche Schieferung, welche darin besteht, daß die Massentheile einer Schichte nicht parallel mit den Schichtflächen ziehende, sondern die Schichte unter irgend einem Winkel durchschneidende Schiefertafeln bilden, etwa so, als wären die Schichtmassen ihrer ganzen Dicke nach von oben nach unten unter irgend einem Winkel in lauter unter sich parallel ziehende Tafeln zerspalten worden. Das Merkwürdige bei dieser eigenthümlichen Schieferung, welche vorherrschend bei den Thonschiefern der Grauwackeformation auftritt, ist, daß dieselbe häufig mit außerordentlicher Regelmäßigkeit und Stetigkeit alle Schichtensysteme von ganzen Gebirgen durchsetzt und den von ihr durchschnittenen Schichtenzügen in allen ihren Windungen und Zerknickungen folgt, so daß es oft schwierig wird, den wahren Verlauf der Schichten herauszufinden (Fig. 101). Durch Versuche, welche man mit einer weichen Thonplatte, die man zuvor reichlich mit Glimmerblättchen zusammengeknetet hatte und dann von der Seite her zusammenpreßte, anstellte, erfuhr man, daß sich alle Glimmertheilchen in der Thonplatte parallel zu einander und zwar rechtwinkelig zu dem auf die Thonplatte ausgeübten Druck stellten.

Fig. 101.

(Die Streifung der Schichten in 2. b. stellt die falsche Schieferung vor).

5) Die Mächtigkeit einer Schichte d. h. ihre Dicke oder der rechtwinkelige Abstand ihrer beiden Schichtungsflächen ist sehr verschieden und bleibt sich selbst bei einer und derselben Schichte nicht immer gleich. Bei Schiefern, rein thonigen und erdig-dichten Kalksteinen erreicht dieselbe oft kaum einen Zoll, während sie bei grobkörnigen Sandsteinen und Conglomeraten häufig bis zu 100 Fußen ansteigt. Sehr häufig nimmt dieselbe namentlich nach den Seitenrändern einer Schichte hin so ab, daß sich die beiden Schichtungsflächen zuletzt gegenseitig schneiden und die ganze Schichte

einen scharfen Rand bekommt oder auskeilt. Wenn nun eine solche, an ihren sämmtlichen Seitenrändern auskeilende, Schichte nur eine geringe seitliche Ausdehnung hat, so erhält sie eben durch ihr Auskeilen eine linsenförmige oder lenticulare Gestalt und wird dann gewöhnlich eine lenticulare Einlagerung genannt. Haben diese Einlagerungen eine ungeregelte Gestalt und eine bedeutende Mächtigkeit, so nennt man sie Stöcke; dagegen werden sehr mächtige und seitlich auch weit ausgedehnte Schichten Bänke genannt, während seitlich auskeilende, in ihrer Mächtigkeit sich nicht gleich bleibende und in ihrer Bildungsmasse von den unter und über ihnen lagernden Schichtmassen abweichende, Schichten Lager oder, wenn sie aus technisch nutzbaren Mineralien (z. B. aus Erzen oder Steinkohlen) bestehen, Flötze heißen.

6) Die seitliche Verbreitung oder Ausdehnung der Schichten ist ebenfalls sehr verschieden und hängt sehr gewöhnlich ab theils von der Richtung, nach welcher hin eine Schichte sich ausdehnt, theils von der Neigung der Schichtflächen gegeneinander, theils von ihrer seitlichen Begrenzung durch andere Gebirgsgesteine. Für alle diese Verhältnisse ist im Allgemeinen Folgendes zu bemerken:

a. Wenn die obere und untere Endfläche einer Schichte sich einander so nähern, daß sie sich zuletzt unter einem spitzen Winkel mit einander verbinden, so keilt sich die Schichte aus, wie oben schon gesagt worden ist;

b. wenn eine Schichte seitlich durch eine andere oder auch durch den senkrecht stehenden Gang eines massigen Gesteins plötzlich begrenzt wird, so setzt oder stößt diese Schichte ab;

c. wenn aber eine Schichte von der Gebirgsoberfläche abgeschnitten wird, so geht sie zu Tage aus. Tritt in diesem Falle eine Schichte unter einem mehr oder minder spitzen Winkel zu Tage, so nennt man ihr Ende oder ihren Querschnitt das Ausgehende; bildet aber ihr Ausgehendes einen rechten Winkel mit der Gebirgsoberfläche, so bildet dasselbe einen Schichtenkopf.

Normale und abnorme Lagerung der Schichten. — Da jeder §. 274.
Niederschlag im Wasser, sei es von wirklich gelösten oder von nur geschlämmten und geschwemmten Substanzen nach den Gesetzen der Schwere erfolgt, so muß er auch stets eine horizontale Ablagerungsfläche besitzen; ist dieses aber nicht der Fall, so ist er auch nicht mehr in seiner ursprünglichen natürlichen Lage, sondern durch irgend eine, — sei es innere, in seiner Masse liegende, sei es äußere, — Ursache aus einer horizontalen Lage herausgetrieben worden.

1) Eine Ausnahme von dieser Regel bilden häufig die feinsandigen und schlammigen Ablagerungen, welche sich von den Ufern der Bäche und Flüsse aus bilden und nach der Mittelrinne der letzteren hinziehen. Durch Anziehung der Uferwände bilden sich bekanntlich in Flußbetten immer zunächst der Ufer die ersten und stärksten Schlammniederschläge. Indem nun das an und über ihnen hinstreifende Flußwasser diese Niederschläge unaufhörlich beleckt, bekommen diese eine nach der Mitte des Flusses hin sanft abfallende Oberfläche, auf welcher dann aller sich später absetzende

§. 274. Schlamm ebenfalls ſanft geneigte Schichten bildet, welche bei fortgeſetzter Bildung von den beiderſeitigen Ufern aus in der Mitte der Flußrinne zuſammenſtoßen und eine ſanfte Mulden-Ablagerung bilden, auf welcher ſich in der Mittelaxe des Fluſſes horizontale Schlammſchichten abſetzen, ſo daß der Querſchnitt der ganzen Ablagerung das Bild in Fig. 102 giebt.

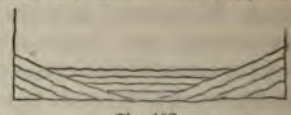


Fig. 102.

2) Unter den *inneren* Urſachen, durch welche eine Schichte ihre urſprünglich horizontale Lage verlieren kann, iſt zunächſt *das Schwinden* einer Schichtmaſſe bei ihrer Austrocknung zu nennen. Indem ſich nemlich bei der Verdunſtung ihres Waſſergehaltes ihre einzelnen Maſſetheile inniger oder feſter mit einander verbinden, bilden ſich zunächſt Austrocknungsſpalten, durch welche die ganze Schichtmaſſe in einzelne Platten zertheilt wird, welche ſich nun an ihren Rändern heben und einzelne concav gebogene Schichtplatten darſtellen. Wie hier durch den Austrocknungsproceß eine Schichte concav gebogen wird, ſo kann ſich nun aber auch andererſeits eine Ablagerungsmaſſe *durch Aufnahme von Waſſer ihr Volumen ſtark vergrößern* und dann, wenn ſie ſich ſeitlich nicht ausdehnen kann, convex oder wellig heben. So iſt z. B. eine am Südabhange des Kyffhäuſerberges bei Frankenhauſen gelegene Ablagerung von bituminöſem Anhydrit durch Aufnahme von Waſſer in ſtark wellenförmig gebogene Gypsſchichten umgewandelt worden. Endlich muß auch eine wagerechte Ablagerung, wenn ſie ſich nicht ſeitlich ausdehnen kann, ſich mannichfach krümmen, *wenn ihre einzelnen Maſſetheile zu kryſtalliſiren beginnen* und ſich gegenſeitig den Raum beengen.

3) Weit ſtärker indeſſen wirken *äußere* Urſachen auf die Umänderung der Lage einer Schichtmaſſe ein. Unter dieſen Urſachen ſind hauptſächlich zu nennen: zunächſt vulcaniſche Eruptionen und Erdbeben, ſodann das Zerſtören, Auslaugen und Wegſchlämmen der Unterlagen von Schichten, endlich das ſeitliche Zuſammenpreſſen einer Schichtmaſſe durch Ausdehnung neben ihr lagernder Gebirgsmaſſen oder auch die Ineinanderſchiebung einer weichen Schichtmaſſe, welche ſich zwiſchen zwei ſich hebenden und nun eine ſtark geneigte Lage annehmenden Ablagerungsmaſſen befindet.

Unter den, durch dieſe eben genannten Urſachen hervorgerufenen, Veränderungen, welche horizontal abgelagerte Schichtmaſſen erleiden können, ſind nun namentlich folgende zu erwähnen:

I. *Aufrichtung und Umbiegung oder gänzliche Umknickung (Umkippung) der Schichten*, eine ſehr häufige Erſcheinung, welche dann hervorgerufen wird, wenn eine aus dem Erdinnern von unten nach oben drängende Potenz, ſei es Dampf oder vulcaniſcher Schmelz oder auch eine von dieſen beiden Potenzen ſchon in die Höhe getriebene Erdrindenmaſſe ſich durch horizontal liegende Schichtmaſſen gewaltſam einen Durchbruch erzwingen will. Da nun dieſer Durchbruch entweder am Seitenrande einer Schichtablagerung oder mehr nach der Mitte dieſer Ablagerung hin ſtattfinden kann, ſo zeigen ſich dann auch die Producte ſeiner Wirkſamkeit von doppelter Art:

a. Wirkt die Schichten hebende Potenz an dem einen Seitenrande §. 274.
einer horizontal geschichteten Ablagerung, so treibt sie einseitig eben von diesem Rande aus die Schichten in die Höhe. In diesem Falle können nun folgende Veränderungen in der Schichtenlage eintreten:

1) Die Schichten werden je nach der Gewalt der hebenden Potenz mehr oder minder stark aufgerichtet, so daß sie eine schiefe oder auch senkrechte Stellung annehmen (Fig. 103).

Fig. 103.
Durch den Durchbruch von Porphyr (b) schief aufgerichtete Schichten.

2) Die Schichten werden so stark gehoben, daß

α. sie nach der entgegengesetzten Seite von der Hebung hin schief aufgerichtet stehen, so daß ihre eigentliche obere Fläche zur unteren wird. Wird in dieser Weise ein ganzer, zusammengehöriger Complex von übereinanderliegenden Schichten gehoben, so fallen die einzelnen dieser letzten so auseinander, daß ihr ganzer Complex eine strahlige oder fächerförmige Stellung bekommt. Großartig ist diese Fächerstellung der Schichten am St. Gotthard zu sehen; aber ebenso ist sie interessant entwickelt am Buntsandsteine des Goldberges bei Eisenach, wie weiter unten noch näher gezeigt werden soll;

β. sie nach der entgegengesetzten Seite von der Hebung hin

a. ganz umgebogen werden, ohne an der Umbiegungsstelle zu zerbrechen, wenn ihre Masse noch weich, also ihre Hebung und Umbiegung kurz nach ihrer Entstehung eingetreten ist;

b. unter einem mehr oder minder spitzen Winkel ganz umgeknickt oder umgebrochen (umgekippt) werden, wenn ihre Masse schon erhärtet und nicht mehr biegsam ist. —

In diesen beiden Fällen (a und b) bilden alsdann sowohl die umgebogenen wie die umgeknickten Schichten einen Sattelrücken (kurzweg Sattel). Sehr oft kommt es dann aber auch vor, daß dieser Rücken durch Verwitterung und Wegspülung zerstört wird, so daß von den beiderseits ihn bildenden Schichtmassen die Schichtköpfe hervortreten. Wenn man in diesem Falle eine Curve von dem einen Schichtkopfe zu dem anderen, ihm gegenüber liegenden, zieht, so erhält man die Form des weggespülten Sattelrückens. Diese, durch Linien ausgedrückte, über der Oberfläche der Schichtköpfe gewissermaßen in der Luft schwebende, Sattelform nennt man einen Luftsattel.

In der Umgegend von Eisenach kann man alle die bis jetzt betrachteten Veränderungen in der Lage von Schichtencomplexen sehr gut beobachten, so

1) in der Formation des Buntsandsteines und Muschelkalkes am Goldberge, wo zunächst in der Richtung von Südost nach Nordwest hin (also vom Gebirgsrücken des Thüringer Waldes aus) die unteren Glieder des Buntsandsteines umgebogen sind und einen Luftsattel bilden, dann die, neben sie geschobenen, Glieder des mittleren und oberen Buntsandsteines fächerförmig gestellt sind und endlich die Glieder des Muschelkalkes unter

§. 274 dem Buntsandstein lagern und ganz umgeknickt erscheinen (Fig. 104);

2) in der Formation des Buntsandsteines, Muschelkalkes und Keupers an der Michelskuppe bei Eisenach, wo ebenfalls in der Richtung vom Thüringer Walde her die Schichten des Buntsandsteines stark gehoben, die Schichten des Wellenkalkes nach Nordwesten hin umgeknickt und über die Keupermergel gelegt sind, während diese letzteren ganz um sich selbst gebogen erscheinen (Fig. 105);

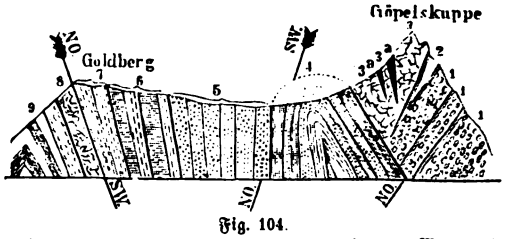


Fig. 104.

1. Granitconglomerat des Rothliegenden. — 2. 3. 3. Mergelkalk und Dolomit des Zechsteins. — a. a. Klüfte im Dolomit. — 4. 5. 6. 7. Glieder der Buntsandsteinformation. — 4. Rother Thonmergel mit einem Luftsattel. — 5. Weißer Kaolinsandstein. — 6. Rother Thonsandstein. — 7. Bunte Mergel. — 8. Dolomit. — 9. Muschelkalk.
(Am Goldberg bei Eisenach).

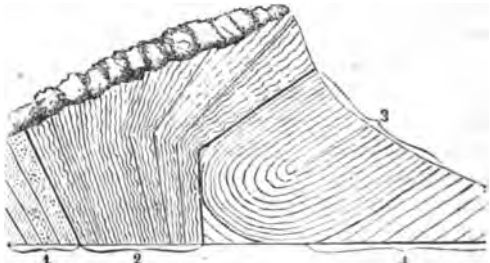


Fig. 105.

1. Oberer Buntsandstein. — 2. Wellenkalk. — 3. Mittlerer Keupermergel. — 4. Unterer Keuper.
(An der Michelskuppe bei Eisenach).

3) in der Formation des Muschelkalkes am Arnsberg, wo die dünnen Schichten des Wellenkalkes umgeknickt, umgebogen und auch ganz zerschellt erscheinen, so daß ihr Complex ein chaotisches Gewirr von Kalkschollen bildet und einem während der stärksten Brandung zu Stein gewordenen Wogenschwalle gleicht (Fig. 106).

Fig. 106.
Wellenkalk am Arnsberg bei Eisenach.

3) Wenn nun aber bei einer einseitigen Hebung eines Schichten-Complexes zwischen stark gehobenen, sehr schief gestellten, vollständig erhärteten, Schichtmassen eine mehr oder minder mächtige, noch zähweiche Schichte lagert, so wird diese letztere auf der stark geneigten Oberfläche der unter ihr lagernden Gesteinsschichte, gedrängt von der über ihr lagernden Schichtmasse, abwärts gleiten und sich stauen und so in einander hineindrängen, daß sie auf die mannichfachste Weise wellenförmig gebogen, geknickt und gekräuselt wird. In diesem Falle ist also mit einer Hebung zugleich auch eine Einsenkung der Schichtmasse verbunden. Bei Schichtmassen, welche aus erhärtendem Thon- oder Kalkschlamme (z. B. beim Wellenkalke, welcher eben von seinen wellig gebogenen, dünnen Schichtlagen den

§. 274

Namen hat) entstanden sind, bemerkt man diese wellenförmigen und gekräuselten Schichtlagen sehr oft (Fig. 107). Diese welligen Schichtenbiegungen können indessen auch noch auf eine andere Weise entstehen. Wenn nemlich eine schiefliegende Schichtmasse aus einem Gesteine besteht, welches Wasser einsaugt und in Folge davon in seiner Masse sich stark ausdehnt, dabei aber von anderen Gesteinslagen umgeben ist, welche seine Ausdehnung hemmen, so biegt sich seine Masse ebenfalls zu stark und zickzackig gewundenen Lagen, wie oben bei der Umwandlung des Anhydrites in Gyps schon erwähnt worden ist. Außerdem aber können Schichtlagen auch noch wellig oder zickzackig gewunden und geknickt werden,

Fig. 107.

Fig. 108.

a. wenn die drängenden Potenzen von zwei, einander gegenüber liegenden, Seiten her auf eine von oben nach unten hin eingeschlossene Schichtmasse einwirken (Fig. 108);

b. wenn aber die aufwärts drängende Potenz vorherrschend auf das Centrum oder die Centralaxe einer Schichtenmasse einwirkt, dann treibt sie dieselbe stets blasen- oder rückenförmig, — also sattelförmig — auf (Fig. 109).

Fig. 109.
Wellig-rückenförmig aufgetriebener Wellenkalk am Hohen Rain bei Eisenach.

α. Wirkt in diesem Falle die hebende Potenz auf einen Punkt des Centrums ein, dann bildet die gehobene Schichtmasse eine blasenförmige Kuppel, welche aus einer mehr oder minder kreisförmig umlaufenden, glockenförmigen Schichtmasse besteht, so daß, wenn eine solche Kuppel aus mehreren, parallel über einander liegenden Schichten besteht, dieselbe als ein Complex von über einander liegenden Steinglocken erscheint (Fig. 110).

Fig. 110.
Kuppelberg mit umlaufender Schichtenmasse
a. im Horizontalschnitte;
b. im Verticalschnitte.

β. Wirkt dagegen die hebende Potenz längs der Centralaxe einer Schichtmasse, dann bildet dieselbe einen Sattelrücken, dessen Gehänge aus vorherrschend geradlinigt neben einander hinziehenden — und höchstens an den beiden Enden des Rückens umlaufend erscheinenden — Schichten besteht (Fig. 111).

§. 274. II. Einknickung, Einſenkung und Faltung der Schichten, eine Erſcheinung, welche ſehr häufig mit der convexen Umbiegung einer Schichte verbunden vorkommt, ſei es nun, daß eine blaſen- oder rückenförmig umgebogene Schichte auf ihrem Scheitel oder Rücken becken- oder muldenförmig wieder einſinkt, ſei es, daß eine Schichte mehrere Auftreibungen neben einander erleidet, in welchem Falle dann ſtets zwiſchen je zwei dieſer Auftreibungen eine Einknickung oder Einfaltung der Schichte entſteht. Eine ſolche Schichte nun, welche ihrer Breite nach abwechſelnd und meiſt parallel aufgetrieben und eingeknickt iſt, alſo abwechſelnd neben einander hinziehende, meiſt parallele Rücken und Mulden zeigt, nennt man gefaltet oder, bei dicht neben einander liegenden, zarten und dünnmaſſigen Faltungen, gekräuſelt, während ihre convexen Falten Rücken oder Sättel, die zwiſchen dieſen liegenden concaven Falten (5 und 6) Mulden oder Rinnen genannt werden (Fig. 112).

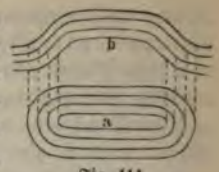


Fig. 111.
Sattelrücken mit geradlinigt ziehender Schichtmaſſe a. im Horizontal-, b. im Verticalſchnitte.

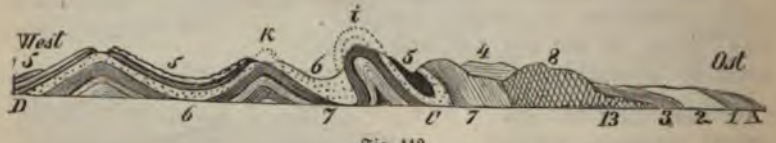


Fig. 112.

Es kann indeſſen auch eine Schichte nur Einknickungen oder Einſenkungen ohne Faltung erhalten, wenn die Maſſe derſelben von ihrer eigenen Schwere niederwärts gedrückt in einen hohlen Raum einſinkt, welcher entweder durch Ausfluthung ihrer Unterlage (z. B. von Steinſalz, Gyps oder auch von Thon) oder auch durch aufwärts drängende Dämpfe oder endlich auch durch den Einſturz untererdiſcher Erdrindemaſſen in Folge von Erdbeben entſtanden ſein kann. Iſt in dieſem Falle die einſtürzende Schichtmaſſe noch weich und dehnſam, ſo ſenkt ſie ſich allmählich und ſanft nach der Tiefe hin, ſo daß ihre Maſſetheile gewöhnlich den Zuſammenhalt nicht verlieren und eine concave Vertiefung bilden, welche entweder länglich muldenförmig iſt, wenn ſich die unter der einſinkenden Schichtmaſſe befindliche Höhlung ſtark in die Länge erſtreckt, oder einen rundlichen Napf (oder ein Baſſin) darſtellt, wenn dieſe Höhlung mehr oder weniger kreisrund erſcheint. Iſt dagegen die einſinkende Schichtmaſſe ſchon hart, ſpröde und auch wohl riſſig, dann knickt ſie von ihrem Centrum oder ihrer Centralaxe aus unter einem, anfangs ſtumpfen, dann aber bei weiterem Einſinken immer ſpitzer werdenden Winkel ein, platzt dann auch gewöhnlich von der ſie noch umgebenden Schichtmaſſe ab, ſo daß ihre Schichtköpfe entblößt werden, und bildet endlich in einer rundlichen Einſturzhöhle einen Trichter (Keſſelthal) oder in einer langgezogenen Höhle eine ſpitzwinkelige Rinne (Muldenthal). Bei der napf- und trichterförmigen Einknickung erſcheint alsdann die Schichtmaſſe kreisförmig

umlaufend, bei der rinnen- oder muldenförmigen Einknickung dagegen beiderseits gleichlaufend oder parallel. §. 274.

III. Verwerfung der Schichten. — Theils durch den Eintrocknungsproceß, theils durch die von unten nach oben stattfindende Hebung können in der Masse einer Schichte Spalten entstehen, durch welche diese letztere in einzelne Stücken zerrissen wird. Wirken nun auf eine solche zerspaltene Schichtmasse später von unten nach oben dringende Eruptivmassen oder auch durch horizontal unter ihr sich wellig fortbewegende Dämpfe ein, wie dieses z. B. bei Erdbeben stattfinden kann, so wird nicht mehr die ganze Schichte gleichmäßig in Bewegung gesetzt, sondern es wird das eine Spaltungsstück gehoben, während das neben ihm befindliche Stück in seiner alten Lage bleibt oder auch tiefer sinkt. In dieser Weise ist z. B. in beifolgender Figur (Fig. 113) ein Kohlenlager c durch den Grünsteingang d in der Weise zerspalten und verworfen worden, daß die Kohlenschichte c rechts von diesem Gange d höher hinaufgeschoben erscheint, als links von demselben. — Im Georgenthale bei Eisenach ist die untere Etage des Rothliegenden durch Erderschütterungen in der Weise verworfen worden, wie die Fig. 114 zeigt. Bei dieser Verwerfung haben sich die beiden auf- und abschiebenden Spaltstücken so stark an einander gerieben, daß nicht nur die weicheren Theile, sondern auch die Quarzgerölle an den Wandmassen der Verwerfungsspalte c c c c in der Richtung der Verwerfung parallel gerieft und glatt geschliffen erscheinen oder mit anderen Worten Rutschflächen oder Spiegel A A zeigen. — Gar nicht selten ist in dieser Weise eine vielfach von unten nach oben zerrissene Schichtmasse durch horizontal unter ihr wegfluthende Erdbebenwellen in viele höhere und niedere Spaltungstheile verworfen worden. — Endlich kommt es auch vor, daß in einer, von senkrecht niedersetzenden und parallel neben einander liegenden, Spalten zerrissene, Schichtmasse die einzelnen Stücke treppenförmig verschoben werden. So haben in Fig. 115 die nach der Verwerfung bei a, b, c, d liegenden Kohlenflötze ursprünglich ein einziges Lager gebildet, welches später nach der Entstehung der senkrechten und parallelen Spalten a, b, c, d unter

Fig. 113.

Fig. 114.

Verwerfung des Rothliegenden im Georgenthale bei Eisenach.

I. Decke von rothem Schieferthon; II. Quarzconglomerat; A. A. Rutschfläche mit Spiegel; c. c. c. Verwerfungsspalte.

§. 274. steilen Winkeln so in einzelne Theile verschoben wurde, daß man nun scheinbar vier verschiedene Flötze vor sich zu haben glauben kann.

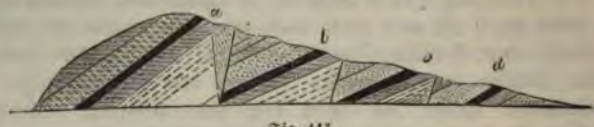


Fig. 115.

Im Vorstehenden sind diejenigen Veränderungen betrachtet worden, welche an der Lage einer einzelnen Schichtmasse vorkommen können. Dieselben Veränderungen müssen nun aber auch zu gleicher Zeit an allen denjenigen Schichten auftreten, welche parallel übereinander lagern, eine ganz gleichförmige (concordante) Aufeinanderfolge zeigen, in einem und demselben Zeitraume entstanden sind und demnach alle schon vorhanden waren, als diejenigen Potenzen zu wirken begannen, durch welche die Veränderungen in der Lage ihrer einzelnen Glieder vor sich gingen. Wenn nun aber zwei über einander lagernde Schichtmassen (Fig. 116) eine ungleichförmige (discordante) Ablagerungsweise zeigen, so daß z. B. die obere Schichtmasse (a) wagerecht auf der unteren schieflagernden Schichtmasse (b) liegt, so ist dieses ein Beweis, daß die wagerechte Schichte a noch nicht vorhanden war, als die Schichte b gehoben wurde.

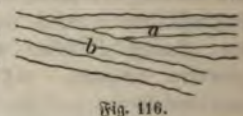


Fig. 116.

Erklärungen:

a. Die in einem und demselben Bildungszeitraume an einem und demselben Orte und unter denselben Bildungsverhältnissen entstandenen Gesteinsschichten müssen bei ungestörter Ablagerung stets eine gleichförmige Aufeinanderfolge zeigen und bilden eine zusammengehörige *Schichtengruppe*, *Schichtenreihe* oder ein *Schichtensystem*, mögen sie nun alle von einerlei mineralischem Bestande sein oder jede von ihnen aus einer anderen Felsart bestehen. *Gleichförmigkeit und Parallelität in der Aufeinanderfolge und häufig auch Uebereinstimmung in den Petrefactenarten ihrer einzelnen Schichten* ist demnach bezeichnend für eine solche Schichtengruppe; aber ebenso muß nun auch jede stärkere Störung sich nicht nur in der einzelnen, unmittelbar von der störenden Potenz berührten, Schichtenlage, sondern in allen zu einer und derselben Schichtengruppe gehörigen Ablagerungen bemerklich machen. Man kann eine solche Schichtengruppe recht gut mit einem Buche vergleichen; die einzelnen Blätter desselben würden dann die einzelnen Schichtlagen darstellen. Wenn nun eine Kraft, sei es von unten, sei es von den Seiten her, hebend, zwängend oder pressend auf das Buch einwirkt, so wird nicht ein einzelnes Blatt, sondern der ganze Complex der zu dem Buche gehörigen Blätter gebogen, zerknickt oder wellig zusammengedrückt.

b. Die eben erwähnte Gleichförmigkeit und Parallelität in der Aufeinanderfolge zeigt sich namentlich bei den Schichtengruppen in den tiefen Becken stehender Gewässer, vor allen in der Tiefsee. Es kann nun aber

auch vorkommen, daß sich die in einem Gewässer vorhandenen Schuttmassen einer und derselben Bildungszeit *nicht über*, sondern ganz oder theilweise *neben* oder *vor einander* niederschlagen, so daß eine und dieselbe Schichte in ihrer Längenerstreckung aus verschiedenartigem Bildungsmateriale besteht. In der Formationenlehre wird da, wo von den Ablagerungsorten der Bestandesmassen die Rede ist, dieses weiter besprochen werden. § 274.

Endlich wird man nun auch noch bemerken, daß in einer und derselben Schichtenlage oder Schichtengruppe häufig nicht nur eine Art von Störungen, sondern zu gleicher Zeit alle die im Vorstehenden angegebenen Veränderungen mit einander verbunden vorkommen können; ja, sehr gewöhnlich wird die eine Störung erst durch die andere bedingt. Denn, wenn eine Schichtmasse an einer ihrer Seiten gehoben wird, so wird sie zunächst schief aufgerichtet, sodann aber bei weiterer Hebung theils umgekippt oder umgebogen, theils auch fächerförmig aus einander geworfen, wie das Profil vom Goldberge (Fig. 104) wohl deutlich genug zeigt.

Erklärungen der einzelnen Benennungen, welche man zur Bezeichnung der verschiedenen Schichtenverhältnisse eingeführt hat:

1) Die an der Oberfläche der Erde hervortretende Querfläche einer Schichte nennt man das *Ausgehende* oder, wenn sie senkrecht steht, den *Kopf* derselben.
2) Diejenige Fläche einer Schichte, welche einer nächst jüngeren, über- oder nebenlagernden, Schichte zugewendet ist, wird die *Dachfläche*, dagegen die einer nächst älteren, unten liegenden, Schicht zugewendeten Fläche die *Sohlfläche* genannt.
3) Die *über* einer gegebenen Schichte oder Schichtengruppe lagernde — gewöhnlich jüngere — Schichte heißt das *Hangende*; die *untere* dieser gegebenen Schichte oder Schichtengruppe lagernde — gewöhnlich ältere — Schichte dagegen das *Liegende*.
4) Unter dem *Streichen* einer Schichte versteht man ihre Horizontalstreckung nach irgend einer Himmelsgegend; die Linie aber, welche die Richtung des Streichens angiebt, nennt man die Streichungslinie. Unter dem *Fallen* einer Schichte versteht man den Neigungswinkel, welchen eine schiefliegende Schichte mit einer Horizontalebene bildet. Um sich diese Verhältnisse zu versinnlichen, denke man sich das Dach eines Hauses: Die Längenrichtung der Dachfirste giebt die Streichungslinie; diejenigen Linien aber, welche von der Dachfirste aus in der Fallrichtung der beiden Dachflächen gezogen werden, sind die Falllinien. Zieht oder streicht nun die Dachfirste von Ost nach West, so wird die eine Dachfläche von Süd nach Nord, die andere von Nord nach Süd von der Dachfirste abfallen. Hieraus ersieht man zugleich, *daß die Falllinie mit der Streichungslinie einen rechten Winkel bildet* (Fig. 117). So ist es auch in der Natur. Man findet übrigens das Streichen einer Schichte mittelst des an seinem Rande in 2×12 Stunden oder 360 Grade eingetheilten Compasses, wenn man dessen Nord-

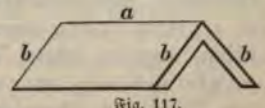


Fig. 117.
a = Streichungslinie.
b = Falllinie.

§. 274. südlinie in die Richtung der Streichungslinie bringt und dann beobachtet, um wie viel Grade oder Stunden die Magnetnadel von der Nordsüdlinie abweicht; zieht man dann von der beobachteten Zahl die der magnetischen westlichen Declination der Magnetnadel ab (in Deutschland durchschnittlich 17 ° oder $1\frac{1}{4}$ Stunden), so bekommt man das reducirte Streichen. Das Fallen der Schichten dagegen bestimmt man durch einen, gewöhnlich am bergmännischen Taschencompasse angebrachten, Gradbogen, muß aber dabei auch genau darauf achten, nach welcher Himmelsrichtung die Schichten fallen. Hat man die Richtung des Fallens genau bestimmt, so kann man aus ihr die Streichungslinie leicht durch Abziehen oder Zurechnen von 6 Stunden oder 90 Grad berechnen, indem die Streichungslinie senkrecht auf der Fallinie steht, wie oben schon angedeutet worden ist.

5) Wenn geneigt stehende Schichten auf weite Strecken in einer und derselben, fast geradlinigen, Richtung streichen, so nennt man sie geradlaufende, ändert sich aber ihre Streichungslinie unaufhörlich so, daß sie eine krumme Linie oder einen Kreis bildet, so nennt man die Schichten umlaufend (wie z. B. an einem Erdfalle).

6) Bei gebogenen oder gefalteten Schichten sind noch besonders zu bemerken:

a. synklinale Schichten, welche bei concav gewölbten Schichten oder Mulden vorkommen und von der Muldenrinne aus sich nach oben und auseinander gehend umbiegen (Fig. 118);

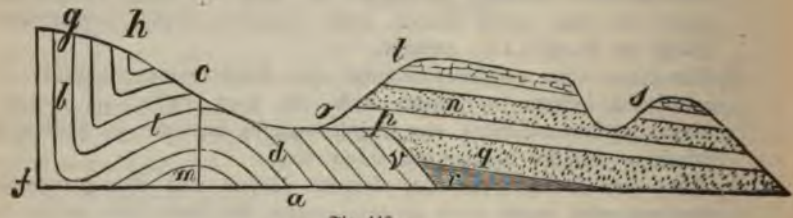


Fig. 118.

b. antiklinale Schichten, welche bei convex gewölbten Ablagerungen oder Sätteln vorkommen und von dem Sattelrücken aus sich nach unten aus einander gehend umbiegen (Fig. 118).

c. Sowohl bei der antiklinalen, wie bei der synklinalen Stellung der Schichten werden die beiden, in entgegengesetzter Richtung („widersinnig") einfallenden Schichtentheile die Flügel der gebogenen oder umgeknickten Schichtenmasse genannt.

In der Figur 118 bildet die Schichte g b l d zwischen b und l eine Mulde mit antiklinaler, und zwischen l und d einen Sattel mit synklinaler Schichtenstellung. Ferner erscheinen die Schichten q, p, n, t gleichförmig abgelagert, weil sie gleiches Streichen und Fallen haben, dagegen zeigen sich die Schichten q und p der Schichte v ungleichförmig an- und aufgelagert. Endlich ist die Schichte p der Schichte v abweichend und übergreifend an- und aufgelagert.

Schichtenbildung pyrogener Gesteinsmassen. — Nicht bloß die hy- §. 275.
drogenen, sondern auch die wirklich pyrogenen Erdrindemassen können in wirklichen Schichten oder doch in schichtenartigen Ablagerungen auftreten. Wie schon im ersten Abschnitte da, wo von den Eruptionsproducten der Vulcane die Rede war, gezeigt worden ist, so setzen sich die von einem tobenden Vulcane ausgeschleuderten Zertrümmerungsmassen, — und namentlich die Asche mit dem vulcanischen Sande, — rings um den Krater in sanft abfallenden Lagen ab, welche dann weiter durch den Einfluß von Wasser mehr oder weniger geschlämmt und so zubereitet werden, daß sich die in ihnen vorhandenen Gesteinstrümmer nach den Gesetzen der Schwere so unter einander ordnen und verbinden, daß ihre Ablagerungsmasse eine ganz schichtenartige, von einer mehr oder weniger ebenen Oberfläche begrenzte, Gesteinslage bildet, welche sich — abgesehen von ihrem Bildungsmateriale — von einer wahren hydrogenen Schichte vorherrschend nur durch *ihre schon von ihrer Entstehung an schiefe Ablagerung* unterscheidet. Durch später sich oft wiederholende Auswürfe können sich dann weiter über dieser erstgenannten Lage noch mehrere solcher pyrohydrogenen Ablagerungen bilden, welche alle in ähnlicher Weise wie die erste gebildet sind und ganz regelrecht und parallel über einander liegende Schichtlagen und in dieser Weise auch eine vollständig entwickelte Schichtengruppe bilden können, *welche stets durch umlaufende, antiklinal oder concentrisch-strahlig von dem ehemaligen Eruptionskrater abfallende Schichtlagen charakterisirt* sind. Wie schon angedeutet, so bestehen diese pyrogenen Schichtmassen vorherrschend aus klastischem Gesteinsmateriale, aber es kommt auch vor, daß sie aus abwechselnden Lagen von diesem Materiale und von wirklich eruptiven krystallinischen Gesteinslagen bestehen, welche als flüssige Lava dem vulcanischen Krater entquollen, sich dann strom- oder lagenweise über den schon vorhandenen Tuffschichten ausbreiteten und endlich später wieder von neuen Aschenablagerungen bedeckt wurden. Ja, es fehlt auch nicht an Beispielen, daß ganze Schichtencomplexe vorherrschend aus *wagerecht* abgelagerten, wirklichen krystallinischen Eruptivgesteinen (— z. B. aus Trachyt, Phonolith oder Basalt —) bestehen und sich sogar in Wechsellagerung mit hydrogenen, Organismenreste haltigen, Schichtmassen befinden. Diese Fälle kommen vorzüglich da vor, wo auf dem Grunde des Meeres oder auch großer Binnenseen vulcanische Eruptionen stattfinden und die durch dieselben zu Tage geförderten Schmelzmassen sich gleich von der Mündung des Eruptionskanales an über wagerechte Ablagerungen ausbreiten, so daß jede später aus dem Eruptionskanale hervorquellende Schmelzmasse sich ebenfalls wagerecht über den schon vorhandenen horizontalen Schmelzmassen ausbreiten kann. Wenn nun in dem zwischen zwei aufeinander folgenden Eruptionen liegenden Zeitraume die Meeresfluth ihren hydrogenen Stein- und Erdschutt auf der Oberfläche der zuerst entstandenen pyrogenen Gesteinsablagerung absetzte, so entstand eine *Wechsellagerung von pyrogenen und hydrogenen Gesteinsschichten*. (Im folgenden Paragraph wird hiervon noch mehr die Rede sein).

b. Die ungeſchichteten oder maſſigen Geſteine.

§. 276. **Allgemeiner Charakter und Auftreten derſelben.** — Die hierher gehörigen Gebirgsarten ſind ſämmtlich aus kryſtalliniſchen Mineralien gebildet und unterſcheiden ſich von den geſchichteten Geſteinsarten nicht nur durch den Mangel einer wirklichen Schichtenabſonderung, ſondern auch durch die Form und Art ihres Auftretens, ſowie durch ihre Verbindungsweiſen mit den geſchichteten Erdrindemaſſen.

Wohl alle hierher gehörigen Erdrindemaſſen drangen aus dem Erdinnern als feurigflüſſiger Schmelz theils durch ſchon vorhandene Erſtarrungsſpalten, theils durch erſt von ihnen ſelbſt erbrochene Kanäle zur Erdoberfläche. Sie haben daher keine ſpeciellen Ablagerungsbeziehungen zu den ſie umgebenden oder umſchließenden Erdrindemaſſen: wo ſie Spalten fanden oder wo ſie die Erdrinde leicht durchbrechen konnten, da drangen ihre Maſſen durch, mochten nun die von ihnen durchbrochenen Gebirgsglieder aus geſchichteten oder ungeſchichteten Geſteinsmaſſen oder aus den Gliedern der Urſchiefer-, Grauwacke-, Buntſandſtein- oder ſonſt einer anderen Formation beſtehen.

In dieſer Weiſe durchbricht z. B. der Porphyr die Urſchiefer-, aber auch die Grauwacke-, die Steinkohlen- und auch die Dyasformationen, aber auch Gänge des Granites, Diorites, Diabaſes u. ſ. w. Wo ihm Raum und Gelegenheit gegeben war, da brach er durch. Von einer ganz ſpeciellen Lagerungsbeziehung zu irgend einer einzelnen beſtimmten Formation kann daher beim Porphyr ebenſo wenig die Rede ſein, wie beim Baſalt, Trachyt oder irgend einer jetzt noch aus dem Erdinnern emporbringenden vulcaniſchen Maſſe. Wenn nun aber trotzdem der Porphyr vorherrſchend in dem Ablagerungsgebiete z. B. der Steinkohlen oder des älteren Rothliegenden auftritt, ſo iſt das nur ein Beweis, daß in der Bildungsperiode der eben genannten Formationen die zur Entwickelung der Porphyrſtructur nothwendigen äußeren Verhältniſſe eben von der Art waren, daß ſich die Porphyrmaſſe zum Porphyrgeſteine ausbilden konnte. Dieſelbe Porphyrmaſſe wurde auch ſchon in früheren und auch noch in ſpäteren Bildungsperioden aus dem Erdinnern emporgeſchleudert, aber die äußeren Entwickelungsverhältniſſe waren anders, waren von der Art, daß ſich aus ihr in früheren Perioden Granit und in ſpäterer Zeit Trachyt entwickelte. Wenn ſich demnach an irgend einem Orte noch in der Gegenwart die zur Bildung von eigentlichem Porphyr nothwendigen Bedingungen vorfänden, ſo würde er ſich auch jetzt noch aus trachytiſcher Maſſe entwickeln, ſei es nun im Gebiete der Urſchiefer oder des Alluviums.

Seiner Entſtehung und ſeiner unterirdiſchen Bildungsſtätte gemäß hat alſo jedes maſſige Gebirgsgeſtein einen mehr oder minder mächtigen Stamm, welcher im tiefſten Innern in oder unter der Erdrinde wurzelt und von dieſer Wurzel aus aufwärts dringend alle zur Zeit ſeiner Entwickelung vorhandenen Erdrindemaſſen zu durchdringen ſtrebt oder auch wirklich durchdringt (— in dieſem Falle eine, für alle maſſigen Geſteine charakteriſche, durchgreifende Lagerung beſitzt —), und an der Oberfläche der

Erde angelangt sich zu einer mehr oder minder mächtigen und umfangreichen Gesteinskrone ausbreitet, aber auch schon während seines Aufwärtsdringens nicht selten Gesteinsäste (Apophysen) in die seitlich ihn umschließenden Erdrindemassen eintreibt.

Denkt man sich die, eine solche massige Gesteinsart seitlich umschließenden, Erdrindemassen weg, so gleicht in der That der vollständig entwickelte Körper eines bis über die Erdoberfläche emporgedrungenen Eruptivgesteines im senkrechten Querschnitte einem Baume oder noch mehr einem Pilze mit Strunk und Hut.

Massenformung der massigen Gesteine. — Ihrer Entstehung und Entwickelung nach hat man bei den massigen Gesteinen zu unterscheiden ihre innerhalb und ihre oberhalb der Erdrinde auftretenden Körpermassen. §. 277.

a. Die innerhalb (d. h. zwischen den geschichteten und ungeschichteten Ablagerungen) der Erdrinde auftretenden Körpermassen der ungeschichteten, eruptiven Gesteine bilden, soweit sie bekannt sind:

1) Gesteinsgänge: Ungeschichtete und wohl stets eruptive Gesteinsmassen, welche die von unten nach oben, bald in senkrechter, bald in schiefer Richtung, ziehenden Spalten der schon vorhandenen Erdrinde-Ablagerungen ausfüllen und der Form und Größe der von ihnen ausgefüllten Spalten gemäß vorherrschend eine auf ihrer schmalen Unterfläche stehende plattenförmige Gestalt und eine Mächtigkeit von einigen Zollen bis zu mehreren 100 Fuß, sowie eine Längenerstreckung von einer Viertelmeile bis zu 40 und mehr Meilen besitzen. —

Nicht immer dringen diese Gangmassen bis über die Erdoberfläche empor. Am ersten geschieht dieses noch dann, wenn sie schon vorhandene Erdrindespalten von nicht zu großer Breite und Längenerstreckung durchsetzen; müssen sie sich aber selbst erst eine Durchdringungsspalte von unten nach oben erbrechen, dann kommt es oft vor, daß diese Spalte nicht bis zur Erdoberfläche reicht, und dann wird die in dieser Spalte aufwärtsdringende Masse auch nur zur Oberfläche der Erde gelangen, wenn sie noch Kraft und Stoff genug besitzt, um sich eine Durchbruchsspalte zu erzwingen. Sehr häufig ist indessen dieses nicht der Fall und dann wird die Eruptionsmasse nur die von ihr erbrochene und nach oben allmählich unter einem spitzen Winkel sich schließende (d. i. auskeilende) Spalte ausfüllen und allenfalls die noch über ihr befindliche Erdrindenlagen blasen- oder kuppenförmig auftreiben. Es kann aber in diesem Falle auch vorkommen, daß eine noch empordrängende Eruptionsmasse die seitwärts ihre Spalte umschließenden Erdrindemassen, zumal wenn dieselben geschichtet sind, auseinanderzwängt und ihre Massen zum Theile in die hierdurch entstandenen Seitenspalten schiebt und sich auf diese Weise veräſtelt (— oder Veräſtelungen, Ramificationen oder Apophysen bildet —) (Fig. 119). Breiten sich diese seitlich geschobenen Massen zwischen zwei Schichten des Nebengesteines gleichförmig aus, so

Fig. 119.

§ 277. bilden sie mehr oder weniger ebene, den sie einschließenden Schichten parallel liegende Platten und werden dann gewöhnlich Lagergänge genannt. Bisweilen jedoch gelangen die sich seitwärts einquetschenden Eruptionsmassen auf ihrem Zuge noch zu einer aufwärts führenden Spalte, welche sie bis zur Erdoberfläche hin durchdringen können, so daß sie nun einen geknieten Gang bilden. — Endlich kommt es auch vor, daß eine plattenförmige Gangmasse, welche anfangs gerade mit der Erdoberfläche auskeilte, späterhin über dieselbe mauerförmig hervortritt. Dieses ist der Fall, wenn die Gangmasse aus einer schwer verwitterbaren, das dieselbe umgebende Nebengestein aber aus einer leicht verwitternden Gesteinsmasse besteht, welche dem zufolge im Zeitverlaufe immer weiter weggespült wird, so daß nun die von ihr umschlossene Gangmasse als eine Felsmauer oder Gangmauer hervortritt (Fig. 120).

Fig. 120.

2) Stöcke: In ihren Formen und Umrissen meist ganz unregelmäßige, bisweilen jedoch auch linsenförmige, vorherrschend in die Dicke stark ausgedehnte, massige, kurze Gangmassen, welche ebenso wie die eigentlichen Gänge ihr Nebengestein von unten nach oben durchsetzen und seitwärts, — bisweilen zahlreiche, — Apophysen in ihr Nebengestein senden. Sind diese Stöcke stark in die Breite ausgedehnt, so nennt man sie lagerartig, während ihre mehr plattenförmige, zwischen geschichtete Nebengesteine eingeschobene, Apophysen Lagerstöcke bilden. Haben sie endlich außerordentlich starke Dimensionen in Länge, Breite und Dicke, so werden sie auch wohl typhonische Stöcke genannt.

b. Die aus der Erdoberfläche hervortretenden massigen Gebirgsglieder bilden:

1) mehr oder weniger regelmäßige glocken-, dom- oder kegelförmige Kuppen, wie man sie namentlich bei den Trachyten, Phonolithen, Basalten und Porphyren bemerkt. Diese Kuppen bestehen dann weiter aus einer compacten oder von unregelmäßig oder regelmäßig verlaufenden Absonderungsspalten durchzogenen und dann oft stark zerklüfteten, Felsmasse oder erscheinen zertheilt theils in unregelmäßige, aber sich oft auch der Parallelopipeden- oder Linsenform nähernde Blöcke (so beim Granit, Syenit und Diorit), theils in große, oft concentrisch schalige Kugeln (so bei Diabasen, Hyperiten, Basalten, Trachyten, seltner bei Porphyren), theils in regelrechte, oft gegliederte, Säulen (so beim Basalt, Trachyt und Porphyr), theils in tafelartige Platten (so namentlich beim Phonolith).

2) Felsriffe, welche einer wild zerrissenen Mauer, nicht selten aber auch der Ruine eines Gebäudes gleichen. Ihre klippigen Massen sind dadurch entstanden, daß das in ihre Absonderungsspalten eingedrungene Meteorwasser beim Gefrieren ihre früher zusammenhängenden Massen auseinandersprengte. Ganz vorzüglich entwickelt zeigen sie sich beim Granite (z. B. bei Ruhla am Glöckler und Gerbersteine und am Harze am Ramberge, bei Elend und Schierke, sowie am Brocken).

3) Gesteinsströme, welche aus erstarrten Eruptionsmassen entstanden sind, die bei ihrem Hervortreten aus dem Eruptionskrater als dünnflüssige Schmelzmassen auf einer geneigten Fläche bergabflossen. War diese Fläche stark geneigt, so bildeten sie stark in die Länge gezogene, wenig breite und dicke, stromartige Ablagerungsmassen; war dagegen die Abflußfläche nur sanft geneigt, so breiteten sie sich nicht bloß in die Länge, sondern auch in die Breite aus und bildeten so einen Uebergang zu den

4) Decken, unter denen man ganz wagerecht und nach allen Richtungen hin gleichmäßig ausgebreitete Ablagerungen von Eruptivgesteinen versteht, welche häufig auch ganz schichtenähnliche Uebereinanderlagerungen bilden, wenn die sie zusammensetzenden Eruptivmassen in verschieden aufeinanderfolgenden Zeiträumen gleichmäßig übereinander hergeflossen sind. Setzen sich solche Gesteinsdecken auf dem Grunde des Meeres ab, so kann es vorkommen, daß später das Meer seinen Steinschutt und Schlamm auf ihnen absetzt und so eine geschichtete hydrogene Ablagerung auf der pyrogenen gleichmäßig aufgelagert erscheint. Ja es kann in diesem Falle auch vorkommen, daß sich in getrennt aufeinander folgenden Zeiträumen abwechselnd und wiederholt Ablagerungen von pyrogenen und hydrogenen Gesteinsmassen aufeinander absetzen und so in mehrfacher Wechsellagerung mit einander erscheinen. Die so auftretenden Decken eruptiver Gesteine nennt man pyrogene Lager oder auch Deckenlager. Man findet dieselben bei den Diabasen, Porphyren und auch Basalten und Trachyten.

Erklärung: Diese Deckenlager unterscheiden sich von den Ganglagern dadurch, daß bei ihnen die Deckenablagerung stets jünger, bei den Ganglagern aber die sie überlagernde Gesteinsmasse stets älter als sie selbst ist.

Zusatz: Außer den eben betrachteten Gangbildungen, welche aus krystallinischen Gesteinsarten bestehen, kommen hie und da auch zu Tage ausgehende Gebirgsklüfte vor, welche nicht selten weit in eine Gebirgsmasse einschneiden und mit klastischen Gesteinen, vorzüglich mit Conglomeraten und Breccien (— z. B. mit Knochen- und Kalksteinbreccien —) ausgefüllt erscheinen. Diese eigenthümlichen Spalten- und Kluftgebilde sind durch Wasserfluthen entstanden, welche ihren Stein- und Erdschutt sowohl, wie die in ihnen gelösten Mineralsubstanzen in die offenen Klüfte und Spalten der Gebirge schwemmten und daselbst absetzten.

c. Die Gangmineralien und ihr Auftreten.

Die Arten der Gänge bildenden Mineralien und ihre Gangbildungen im Allgemeinen. — Die im Vorigen beschriebenen Gänge, Lager und Stöcke sind vorherrschend Bildungen, welche durch emporbrängende pyrogene Gesteinsmassen erzeugt wurden und darum auch namentlich aus deutlich oder undeutlich gemengten krystallinischen oder hyalolithischen Felsarten bestehen. Nun giebt es aber außer ihnen noch zahlreiche größere und kleinere, breite und schmale, senkrecht aufsteigende oder mannichfach gekrümmte, einfache oder vielfach verzweigte, sehr häufig an ihrem Ausgehenden weit klaffende, nach der Tiefe zu aber immer schmäler werdende und zuletzt ganz auskeilende Spalten, welche nicht nur die geschich- §. 278.

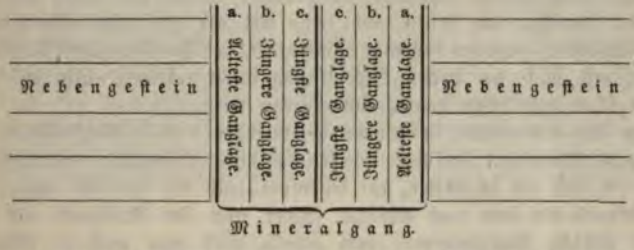
teten, ſondern auch die ungeſchichteten Gebirgsglieder der Erdrinde nach allen Richtungen hin durchſetzen und nicht durch wirkliche Geſteinsarten, ſondern durch einfache kryſtalliniſche Mineralarten vollſtändig oder nur theilweiſe ausgefüllt erſcheinen. Dieſe aus einfachen, kryſtalliniſchen Mineralienarten gebildeten Gänge und Lager nennt man Mineral- oder (wenn ſie Metalle enthalten) Erzgänge.

Unter den in dieſen Gängen auftretenden Mineralarten ſind die einen als die eigentlichen Gangbildner, die anderen aber mehr als die zufälligen Gangbewohner zu betrachten. Zu den erſteren gehören vorherrſchend Quarz, Schwer-, Fluß-, Kalk- und Eiſenſpath; außerdem aber auch mehrere Erze, welche theils in der Geſellſchaft der eben genannten Gangbildner auftreten, theils auch ſchon für ſich allein Gangmaſſen zuſammenſetzen, ſo namentlich die Eiſen-, Kupfer- und Bleierze; zu den zufälligen Gangbewohnern dagegen hat man vorzüglich diejenigen Mineralarten zu rechnen, welche zwar häufig auf Gängen im Vereine mit den eigentlichen Gangbildnern theils in einzelnen Kryſtallen, theils in Kryſtalldruſen oder Gruppen auftreten, aber ſelbſt für ſich allein nur ſehr ſelten oder gar nicht ganze Gänge zuſammenſetzen, wie dieſes z. B. der Fall iſt bei den gar nicht ſelten auf Gängen auftretenden Zeolitharten und Edelkieſeln (— Turmalin, Beryll, Topas, Granat —).

Die eigentlichen Gangbildner, von denen allein hier nur die Rede ſein kann, kommen nun nicht immer zuſammen auf einem und demſelben Gange vor; vielmehr vermag jedes von ihnen ſchon für ſich allein einen Gang zu bilden, ſo daß man alſo auch z. B. nur aus Quarz, nur aus Kalkſpath oder nur aus Schwerſpath u. ſ. w. beſtehende Quarz-, Kalkſpath-, Schwerſpath- u. ſ. w. Gänge hat. Man kann daher unter den Gängen ihren Beſtandesmaſſen nach einfache, d. h. nur oder vorherrſchend aus einer einzigen Mineralart beſtehende, und zuſammengeſetzte, d. h. aus mehreren gangbildenden Mineralarten beſtehende, Gänge unterſcheiden.

§. 1279. **Nähere Betrachtung der zuſammengeſetzten Gänge und Bildungsweiſe derſelben.** — In den zuſammengeſetzten Gängen können die ſie bildenden Mineralien theils bunt unter einander gemengt, theils in kryſtalliniſchen Lagen über oder vor einander geſtellt erſcheinen. Bei einem Gange, welcher ſich ganz ungeſtört und von beiden Seiten des Nebengeſteines aus hat entwickeln können, iſt in der Regel das Letztere und zwar in der Weiſe der Fall, daß die einzelnen gangbildenden Mineralien Kryſtallrinden bilden, deren älteſte und erſte den beiden Spaltenwänden des Nebengeſteines angewachſen erſcheint und ihre Kryſtallſpitzen ſenkrecht von der Spaltenwand aus nach der Centralaxe der Spalte wendet, während jede darauf folgende parallel mit der zunächſt unter ihr befindlichen Kryſtallrinde verwachſen iſt, ſo daß alſo die unmittelbar an der Spaltenwand ſitzende Kryſtallrinde als die unterſte oder älteſte, aber die innerſte, zunächſt der Centralaxe der Gangſpalte befindliche, als die oberſte oder jüngſte zu betrachten iſt. Unter den in dieſer Weiſe in parallelen, ſenkrecht vor einander ſtehenden (oder auch bisweilen wagerecht über einander liegenden Rinden, auftretenden) Gangmaſſen ſind nun entweder alle zu vollſtändigen Rindenlagen ausgebildet oder einzelne derſelben bilden Druſen

oder Krystallgruppen, also ganze unterbrochene Rinden, welche der Ober- §. 279.
fläche ihrer Unterlage fest aufgewachsen sind. Da nun die einzelnen Lagen der Gangmineralien sich von den beiden Seitenwänden des Nebengesteines aus nach der Mittelregion der Gangspalte hin entwickelt haben, so müssen bei vollständiger Ausfüllung dieser Spalte die einzelnen Minerallagen in folgender Reihenfolge vor einander auftreten:



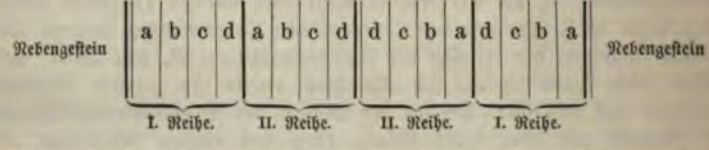
Nach dieser Zusammenstellung kann man also in einem ausgebildeten, aus verschiedenen Mineralarten zusammengesetzten, Gange ältere, jüngere und jüngste Minerallagen unterscheiden. Es fragt sich nun: bestehen diese einzelnen Lagen eines solchen Ganges immer aus denselben Mineralarten, wenn alle die einzelnen Gangbildner a. b. c. zusammen vorkommen, oder wird regellos in dem einen Gange a. das älteste, b. das jüngere und c. das jüngste, in einem anderen Gange dagegen b. das älteste, a. das jüngere und c. das jüngste und in einem dritten Gange a. das jüngste und c. das älteste Ganggebilde u. s. w. darstellen? —

Wie weiter unten noch näher gezeigt werden soll, so entwickeln sich die einzelnen Gangmineralien *nicht aus eruptiven*, aus dem Erdinnern in die vorhandenen Spalten gedrungenen, *Steinschmelzen*, *sondern aus wässerigen Minerallösungen*, welche theils seitwärts aus den Wänden der Spalten bildenden Nebengesteine, theils von oben her, also aus oberen, die Spalten deckenden, Gesteinen oder auch von der Erdoberfläche aus, theils von unten her, also aus der Tiefe der Erdrinde, in die Gesteinsspalten gedrungen sind. Diese Lösungen sammeln sich nun in den Gangspalten an, bis sie dieselben mehr oder weniger ausgefüllt haben. Wenn dann im Zeitverlaufe das Lösungswasser zu verdunsten beginnt oder vielleicht auch von den Massen der Spaltenwände (z. B. von Thon) aufgesogen wird, dann scheiden sich allmählich die in ihm gelösten Mineralsubstanzen aus und setzen sich an den Wänden der sie enthaltenden Spalten ab. Enthält nun eine solche Lösung bloß eine einzige Mineralart, so wird natürlich diese Spalte nur mit einer einfachen *Gangart* ausgefüllt; besitzt sie dagegen mehrere Mineralarten, z. B. a. b. und c., so wird sich von diesen diejenige Art, welche das meiste Wasser zu ihrer Lösung braucht, schon bei der geringsten Verdunstung dieses Wassers, also zuerst, abscheiden und so die älteste oder unterste, unmittelbar an den Wänden der Gangspalte befestigte, Minerallage bilden; über ihr selbst dann diejenige Mineralart, welche sich erst bei stärkerer Verdunstung des Lösungswassers abscheidet, und endlich an ihrer Oberfläche diejenige Mineralart absetzen,

§. 279. welche ſich erſt nach ſehr ſtarker oder gänzlicher Verdunſtung des Löſungswaſſers ausſcheidet. Es iſt dem gemäß die Aufeinanderfolge der einzelnen Mineralagen in einem zuſammengeſetzten Gange nicht eine willkürliche, ſondern eine geſetzmäßige und von der leichteren oder ſchwereren Löslichkeit einer Mineralſubſtanz in reinem oder kohlenſaurem Waſſer abhängige, der zufolge diejenige Mineralart, welche die meiſte Löſungsflüſſigkeit braucht, am erſten und ſchon bei der geringſten Verdunſtung dieſer Flüſſigkeit, dagegen diejenige Mineralart, welche die wenigſte Flüſſigkeit braucht, erſt nach der vollen Verdunſtung dieſer letzteren, alſo auf allen übrigen ſchon gebildeten Lagen, ſich abſetzen wird.

Unter den am meiſten in Gängen auftretenden und in Kohlenſäure oder quellſaures Ammoniak haltigem Waſſer löslichen Mineralien erſcheint der Quarz als das am ſchwerſten, der Eiſenſpath als das weniger ſchwer, der Dolomitſpath als das noch weniger ſchwer und der Kalkſpath als das leichteſt lösliche Gangmineral; dem gemäß wird nun auch in Gängen, welche aus den eben genannten Mineralien beſtehen, von beiden Seiten des Ganges aus folgende Reihenfolge der Ablagerungsrinden hervortreten:

Nun kommen aber ſehr oft auch Gänge vor, in welchen auf oder vor den am leichteſten in Kohlenſäure haltigem Waſſer löslichen Mineralien wieder ſehr ſchwer lösliche Mineralien, z. B. im vorliegenden Falle auf die Gangrinde d wieder a oder auch b folgen; ja nicht ſelten zeigt ſich auf oder vor der Rindenreihe a. b. c. d. noch einmal dieſelbe Reihe a. b. c. d., bisweilen ſogar noch mehrmals wiederholt, alſo



Oder, wie in folgendem ſenkrechten Querſchnitte eines zuſammengeſetzten Ganges (Fig. 121), in welchem a das Nebengeſtein, b die beiden Saalbänder, c braune Blende, d Quarz, e Flußſpath, f Schwerſpath, g Strahlkies, h Kalkſpath, i den unausgefüllt gebliebenen Raum der ehemaligen Gangſpalte bezeichnet.

In dieſem Falle muß man annehmen, daß einige Zeit nach der Bildung der erſten Gangreihe ſich wieder in dem noch übrigen Raume der Gangſpalte eine Löſung von denſelben Mineralien angeſammelt hatte, wie

in der Bildungszeit der I. Reihe, und daß, wenn dann vor dieser II. Reihe noch eine III. Reihe von denselben Mineralien abgesetzt erscheint, nach §. 279.

d e c f g f e g h i h g e f g f c e d c b a

Fig. 121.

Bildung der zweiten Reihe wiederum das in die noch vorhandene Spalte eingedrungene Wasser dieselben Mineralsubstanzen als wie bei der Bildung der I. und II. Reihe enthielt. Da es nun aber auch vorkommt, daß das, in eine solche in der Ausfüllung begriffene Gangspalte eindringende, Wasser nicht immer alle die früher in ihm vorhanden gewesenen Stoffe enthält, so werden nun auch nicht immer die auf einander folgenden Rindenreihen gerade aus allen denjenigen Mineralienarten bestehen, aus denen die früheren oder späteren Rindenreihen zusammengesetzt sind, wie man schon aus der Fig. 121 ersehen kann.

In den vorherrschend nur aus einer Mineralart bestehenden einfachen Mineralgängen ist die Ausfüllung von doppelter Art. Entweder nemlich erfüllt das gangbildende Mineral die Gangspalte vollständig mit einer derben, oft späthigen Masse, oder es bildet, wie bei den zusammengesetzten Gängen, senkrecht vor einander stehende Krystallrinden. Dieses letztere nun ist vorzüglich der Fall da, wo die Bildungsmasse des Ganges aus den Seitenwänden des Nebengesteines hervorgequollen ist, wie man namentlich an den Kalkspathrinden in den Spalten der Kalkgesteine bemerken kann. Bei diesen Rinden bemerkt man dann auch oft, daß jede einzelne Krystallrinde, — einem Wachsgewebe in einem Bienenstocke ähnlich, — senkrecht und freistehend die ganze Länge der Gangspalte durchzieht und eigentlich aus zwei Krystallrinden besteht, welche mit ihren Grundflächen der Länge nach zusammengewachsen sind, so daß die sie

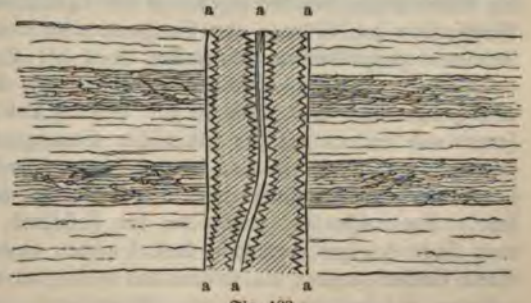


Fig. 122.

Kalkspathgang, dessen einzelne Krystallrinden (a a a) sich von einander losgerissen haben, im Muschelkalk des Hörschelberges bei Eisenach.

§. 279. oberfläche ins Auge zu fassen. In dieser Beziehung ist hauptsächlich Folgendes ins Auge zu fassen:

1) Eine Gangspalte befindet sich unter der Sohle eines Meeres oder sonst eines Wasserbeckens und

α. öffnet sich unmittelbar auf dieser Sohle. In diesem Falle wird sie hauptsächlich mit dem Schutte des Meeres untermischt mit Salztheilen, ausgefüllt und zeigt dann gewöhnlich wagerechte Ablagerungen, welche aber häufig auch seitwärts in die klaffenden Schichtspalten eindringen und zwischen diesen eine Art Ganglager darstellen, welche dann gewöhnlich die vorher im Meerwasser gelöst gewesenen Metallsalze namentlich in der Form von Chlor-, Jod-, Brom- und Schwefelmetallen enthalten;

β. steht durch seine Kanäle mit dem Meereswasser in Verbindung. In diesem Falle enthält sie nur Absätze von vorher im Meereswasser gelöst gewesenen Mineralsalzen, so namentlich von Steinsalz und Gyps oder von Dolomit, bituminösem Kalk und den oben genannten Chlor-, Jod-, Brom- und Schwefelmetallen (vor allen Silber- und Queckfilbererze), — wenn anders nicht die vom Meere eingedrungenen Mineralösungen zu einem thätigen vulcanischen Heerde gelangen oder sich mit den schon in Gangspalten vorhandenen Lateralabsätzen mischen und durch diese verändert werden.

2) Eine Gangspalte öffnet sich an der Erdoberfläche im Gebiete des Landes oder der Felsen.

α. Tritt sie dann mit ihrer vollen Breite zu Tage, dann ist zunächst ihr Nebengestein dem vollen Einflusse des Meteorwassers und der Verwitterungspotenzen preisgegeben, so daß sie sich vorherrschend mit den Verwitterungsproducten ihres Nebengesteines, also mit Thon (Kaolin) allein oder in Untermischung mit Braun- und Rotheisenerz (letzteres aber oft auch mit Kieselsäure untermischt), bisweilen aber auch mit Speckstein oder Serpentin, allmählich ausfüllt.

β. Wenn aber über einer solchen Spalte noch ein wenig oder nicht zerklüftetes Deckengestein lagert, welches dann an seiner Oberfläche mit einer starken Vegetationsdecke versehen ist, so verwittert zunächst dieses Deckengestein und dann werden die unter seiner Masse sich öffnenden Gangspalten mit seinen Auslaugungsproducten mehr oder weniger erfüllt, wenn anders dieselben in reinem Wasser unlöslich ist. Recht schön kann man dieses in einem Felsitporphyrbruche am Ringberge bei Ruhla (1 Meile südöstlich von Eisenach) beobachten. In diesem Bruche nemlich erscheint unmittelbar unter der Walddecke der Porphyr des Bruches zuoberst vollständig in gelblichweißen Kaolin und in seinen tieferen Lagen in eine parallel faserige, erst in der Kaolinisirung begriffene, bräunliche Masse umgewandelt. Unter dieser verwitterten Porphyrmasse lagert dann ganz frischer, noch durchaus unzersetzter, sehr zäher, Porphyr, welcher von oben nach unten von Spalten durchzogen ist, die nun ganz oder theilweise mit Quarzkrystallrinden und zum Theil auch mit Kalk- und Schwerspathdrusen und mit feinschuppigem Eisenglanz (Eisenrahm) — kurz mit den Auslaugungsproducten der verwitterten Porphyrdecke ausgefüllt sind.

γ. Steht endlich eine Gangspalte nur durch feine Kanäle mit der Erd- §. 279.
oberfläche in Verbindung, so gelangen nur wässerige Lösungen mit Sauerstoff und Kohlensäure oder, wenn die Oberfläche eine Vegetationsdecke besitzt, von humussauren Alkalien, Schwefelwasserstoff oder auch von fein zertheiltem Humus in dieselbe. Diese Lösungen können nun zwar in den meisten Fällen keine merklichen Absätze bilden, aber sowohl auf die in den Gangspalten schon vorhandenen Lateralniederschläge, wie auch auf die Masse des Nebengesteins mannichfach umwandelnd einwirken, wie später gezeigt werden soll.

c. Ferner kann auch eine Gangspalte durch Lösungen oder Dämpfe, welche aus den tieferen Regionen der Erdrinde aufwärts in dieselbe eindringen, also durch Ascension, mit Mineralien gefüllt werden. Eben so gut, wie heiße Quellen, welche Kieselsäure in ihrem Wasser gelöst enthalten, noch gegenwärtig bis zur Erdoberfläche steigen und dann dieselbe um ihr Quellbecken herum als Kieselsinter absetzen, können auch solche Quellen von ihrem untererdischen Sammelbecken aus durch Kanäle in Gangspalten gelangen und daselbst bei ihrer allmählichen Erkaltung und Verdunstung ihre Kieselsäure als derbe oder krystallische Quarzmasse absetzen. Und ebenso vermögen nun auch solche heiße Quellen, wenn sie, wie das so häufig vorkommt, Schwefel-Leichtmetalle (z. B. Schwefelbaryum, Schwefelstrontium oder Schwefelcalcium) gelöst enthalten, dieselben bei ihrem Eindringen in Gangspalten abzusetzen. Standen dann solche Spalten mit der atmosphärischen Luft in Berührung, so wurden diese Schwefelleichtmetalle schon während ihres Absatzes durch den zutretenden Sauerstoff in krystallinische schwefelsaure Salze (— also Schwefelbaryum in Schwerspath, Schwefelstrontium in Cölestin, Schwefelcalcium in Anhydrit —) umgewandelt. Es ist gar nicht unwahrscheinlich, daß die aus krystallischen Lagen von Quarz, Schwerspath und Anhydrit bestehenden Gangmassen, zumal wenn diese Gangbildner mit Schwefel-Arsenerzen (z. B. mit Speiskobalt und Nickelkies bei Riechelsdorf in Hessen) zusammen auftreten, auf die eben erwähnte Weise durch heiße, mit Lösungen von Kieselsäure, Schwefelleichtmetallen und Arsenwasserstoff versehene, Quellen, welche von unten her in Gangspalten drangen, entstanden sind.

d. Endlich darf auch nicht unbeachtet bleiben, daß zu derselben Zeit, in welcher aus den Seitenwänden einer Gangspalte die Zersetzungsproducte des Nebengesteines als Carbonate eingefluthet wurden, zugleich von der Decke des Ganges oder von der Oberfläche der Erde aus — und vielleicht auch durch von unten her in die Gangspalte tretende Quellen — gar mancherlei Substanzen in diese Gangspalten gelangten, welche sich mit den Laterallösungen mischten und dadurch mannichfach verändernd auf die in ihnen enthaltenen Mineralstoffe einwirkten. Enthielt z. B. das von oben her in die Gangspalten gelangende Wasser in Verwesung befindliche und Schwefelwasserstoff entwickelnde Organismenreste, so wurden die in der Lösung der Gangspalte befindlichen Carbonate der Schwermetalle in krystallinische Schwefelmetalle umgewandelt. Drang dagegen von oben her Sauerstoff in die Gangspalten, so wurden die Carbonate des Eisens

§. 279. oberfläche ins Auge zu faſſen. In dieſer Beziehung iſt hauptſächlich Folgendes ins Auge zu faſſen:

1) Eine Gangſpalte befindet ſich unter der Sohle eines Meeres oder ſonſt eines Waſſerbeckens und

α. öffnet ſich unmittelbar auf dieſer Sohle. In dieſem Falle wird ſie hauptſächlich mit dem Schutte des Meeres untermiſcht mit Salztheilen, ausgefüllt und zeigt dann gewöhnlich wagerechte Ablagerungen, welche aber häufig auch ſeitwärts in die klaffenden Schichtſpalten eindringen und zwiſchen dieſen eine Art Ganglager darſtellen, welche dann gewöhnlich die vorher im Meerwaſſer gelöſt geweſenen Metallſalze namentlich in der Form von Chlor-, Jod-, Brom- und Schwefelmetallen enthalten;

β. ſteht durch feine Kanäle mit dem Meereswaſſer in Verbindung. In dieſem Falle enthält ſie nur Abſätze von vorher im Meereswaſſer gelöſt geweſenen Mineralſalzen, ſo namentlich von Steinſalz und Gyps oder von Dolomit, bituminöſem Kalk und den oben genannten Chlor-, Jod-, Brom- und Schwefelmetallen (vor allen Silber- und Queckſilbererze), — wenn anders nicht die vom Meere eingedrungenen Mineralöſungen zu einem thätigen vulcaniſchen Heerde gelangen oder ſich mit den ſchon in Gangſpalten vorhandenen Lateralabſätzen miſchen und durch dieſe verändert werden.

2) Eine Gangſpalte öffnet ſich an der Erdoberfläche im Gebiete des Landes oder der Felſen.

α. Tritt ſie dann mit ihrer vollen Breite zu Tage, dann iſt zunächſt ihr Nebengeſtein dem vollen Einfluſſe des Meteorwaſſers und der Verwitterungspotenzen preisgegeben, ſo daß ſie ſich vorherrſchend mit den Verwitterungsproducten ihres Nebengeſteines, alſo mit Thon (Kaolin) allein oder in Untermiſchung mit Braun- und Rotheiſenerz (letzteres aber oft auch mit Kieſelſäure untermiſcht), bisweilen aber auch mit Speckſtein oder Serpentin, allmählich ausfüllt.

β. Wenn aber über einer ſolchen Spalte noch ein wenig oder nicht zerklüftetes Deckengeſtein lagert, welches dann an ſeiner Oberfläche mit einer ſtarken Vegetationsdecke verſehen iſt, ſo verwittert zunächſt dieſes Deckengeſtein und dann werden die unter ſeiner Maſſe ſich öffnenden Gangſpalten mit ſeinen Auslaugungsproducten mehr oder weniger erfüllt, wenn anders dieſelben in reinem Waſſer unlöslich iſt. Recht ſchön kann man dieſes in einem Felſitporphyrbruche am Ringberge bei Ruhla (1 Meile ſüdöſtlich von Eiſenach) beobachten. In dieſem Bruche nemlich erſcheint unmittelbar unter der Walddecke der Porphyr des Bruches zuoberſt vollſtändig in gelblichweißen Kaolin und in ſeinen tieferen Lagen in eine parallel faſerige, erſt in der Kaoliniſirung begriffene, bräunliche Maſſe umgewandelt. Unter dieſer verwitterten Porphyrmaſſe lagert dann ganz friſcher, noch durchaus unzerſetzter, ſehr zäher, Porphyr, welcher von oben nach unten von Spalten durchzogen iſt, die nun ganz oder theilweiſe mit Quarzkryſtallrinden und zum Theil auch mit Kalk- und Schwerſpathdruſen und mit feinſchuppigem Eiſenglanz (Eiſenrahm) — kurz mit den Auslaugungsproducten der verwitterten Porphyrdecke ausgefüllt ſind.

γ. Steht endlich eine Gangspalte nur durch feine Kanäle mit der Erd- §. 279.
oberfläche in Verbindung, so gelangen nur wässerige Lösungen mit Sauerstoff und Kohlensäure oder, wenn die Oberfläche eine Vegetationsdecke besitzt, von humussauren Alkalien, Schwefelwasserstoff oder auch von fein zertheiltem Humus in dieselbe. Diese Lösungen können nun zwar in den meisten Fällen keine merklichen Absätze bilden, aber sowohl auf die in den Gangspalten schon vorhandenen Lateralniederschläge, wie auch auf die Masse des Nebengesteins mannichfach umwandelnd einwirken, wie später gezeigt werden soll.

c. Ferner kann auch eine Gangspalte durch Lösungen oder Dämpfe, welche aus den tieferen Regionen der Erdrinde aufwärts in dieselbe eindringen, also durch Ascension, mit Mineralien gefüllt werden. Eben so gut, wie heiße Quellen, welche Kieselsäure in ihrem Wasser gelöst enthalten, noch gegenwärtig bis zur Erdoberfläche steigen und dann dieselbe um ihr Quellbecken herum als Kieselsinter absetzen, können auch solche Quellen von ihrem untererdischen Sammelbecken aus durch Kanäle in Gangspalten gelangen und daselbst bei ihrer allmählichen Erkaltung und Verdunstung ihre Kieselsäure als derbe oder krystallische Quarzmasse absetzen. Und ebenso vermögen nun auch solche heiße Quellen, wenn sie, wie das so häufig vorkommt, Schwefel-Leichtmetalle (z. B. Schwefelbaryum, Schwefelstrontium oder Schwefelcalcium) gelöst enthalten, dieselben bei ihrem Eindringen in Gangspalten abzusetzen. Standen dann solche Spalten mit der atmosphärischen Luft in Berührung, so wurden diese Schwefelleichtmetalle schon während ihres Absatzes durch den zutretenden Sauerstoff in krystallinische schwefelsaure Salze (— also Schwefelbaryum in Schwerspath, Schwefelstrontium in Cölestin, Schwefelcalcium in Anhydrit —) umgewandelt. Es ist gar nicht unwahrscheinlich, daß die aus krystallischen Lagen von Quarz, Schwerspath und Anhydrit bestehenden Gangmassen, zumal wenn diese Gangbildner mit Schwefel-Arsenerzen (z. B. mit Speiskobalt und Nickelkies bei Riechelsdorf in Hessen) zusammen auftreten, auf die eben erwähnte Weise durch heiße, mit Lösungen von Kieselsäure, Schwefelleichtmetallen und Arsenwasserstoff versehene, Quellen, welche von unten her in Gangspalten drangen, entstanden sind.

d. Endlich darf auch nicht unbeachtet bleiben, daß zu derselben Zeit, in welcher aus den Seitenwänden einer Gangspalte die Zersetzungsproducte des Nebengesteines als Carbonate eingefluthet wurden, zugleich von der Decke des Ganges oder von der Oberfläche der Erde aus — und vielleicht auch durch von unten her in die Gangspalte tretende Quellen — gar mancherlei Substanzen in diese Gangspalten gelangten, welche sich mit den Laterallösungen mischten und dadurch mannichfach verändernd auf die in ihnen enthaltenen Mineralstoffe einwirkten. Enthielt z. B. das von oben her in die Gangspalten gelangende Wasser in Verwesung befindliche und Schwefelwasserstoff entwickelnde Organismenreste, so wurden die in der Lösung der Gangspalte befindlichen Carbonate der Schwermetalle in krystallinische Schwefelmetalle umgewandelt. Drang dagegen von oben her Sauerstoff in die Gangspalten, so wurden die Carbonate des Eisens

und Mangans in oxydiſche Eiſen- und Manganerze, dagegen die Schwefelmetalle in Vitriole umgewandelt. Gelangten endlich von oben her mit dem Waſſer ſchwefelfreie Verweſungsſubſtanzen in großer Menge in Gangſpalten, wie dieſes vom Grunde des Meeres, der Binnenſeen und namentlich der Moore ſtattfinden konnte, ſo wirkten dieſe, da ihnen der atmoſphäriſche Sauerſtoff abging, desoxydirend auf die in der Gangſpalte vorhandenen Oxyde und Sulfate der Metalle und wandelten dieſelben theils in niedere Oxyde (Eiſenoxyd z. B. in Eiſenoxyduloxyd und Eiſenoxydulcarbonat), theils in reine Metalle (z. B. Kupferoxyd in reines Kupfer), theils in Schwefelmetalle (z. B. Eiſenvitriol in Eiſenkies, Kupfervitriol in Kupferglanz, Bleivitriol in Bleiglanz) um. — Kurz die von oben her in eine Gangſpalte gelangenden Löſungen ſind, wenn ſie neben Mineralſalzen auch Fäulniß-, Verweſungs- und Verkohlungsſubſtanzen enthalten, höchſt wahrſcheinlich als die Haupterzeuger der reinen Metalle, Schwefelmetalle, ja auch in beſtimmten Fällen der Chlor-, Jod- und Brommetalle auf Gängen zu betrachten, wenn ſie in dieſen letzteren mit umwandelbaren Metallſalzen in Berührung kamen. Und während ſo die Descendenz-Löſungen die Lateralmineralgebilde umwandeln, wirken auch die verſchiedenen Lateralllöſungen unter ſich ſelbſt mannichfach zerſetzend und umwandelnd ein, ſobald in ihnen Salze vorhanden ſind, welche noch nicht als Verbindungen nächſt verwandter Mineralbeſtandtheile daſtehen und in den mit ihnen ſich miſchenden Salzen Beſtandtheile finden, zu denen ſie die größte Verbindungsneigung beſitzen. Es tritt daher erſt dann in den Bildungsſubſtanzen eines Ganges ein Stillſtand und ein bleibender Abſatz von Gangmineralien ein, wenn jedes derſelben diejenigen Beſtandtheile beſitzt, welche zu einander die größte Verwandtſchaft haben.

§. 280. **Entwickelungsverhältniſſe der Gänge.** — Die Gänge ſind von ſehr verſchiedener *Mächtigkeit*; es giebt welche, die kaum 1 Linie mächtig ſind, während andere 150 und mehrere Fuß Mächtigkeit beſitzen; ja es zeigt ein und derſelbe Gang ſowohl in ſeiner Längenerſtreckung wie nach der Tiefe hin ſehr verſchiedene Mächtigkeit und verſchmälert (oder *zerdrückt*) ſich oder erweitert ſich (— *thut ſich auf* —). Bisweilen erſcheint auch ſeine Maſſe dadurch, daß Stücken des Nebengeſteines in die Gangſpalte ſtürzten und ſie ſo ihrer Quere nach ſtreckenweiſe unterbrachen, ehe ſich die Gangmaſſe noch vollſtändig entwickelt hatte, in einzelne kleinere Gangſtücken oder *Trümmer* zertheilt. Auch kommt es oft vor, daß der Hauptgang ſich in die Maſſe des Nebengeſteines hinein mehr oder weniger ſtark *veräſtelt* oder *zerſchlägt*, ſo daß er einem Baumſtamme mit ſtark verzweigter Krone gleicht; nicht ſelten aber biegen ſich dieſe Gangäſte auch wieder ſo um, daß ſie ſich nach einiger Erſtreckung wieder zu einem gemeinſchaftlichen Gange *zuſammenſcharen*. Dieſe Zuſammenſcharung kann indeſſen auch vor ſich gehen, wenn zwei dicht neben einander hinſtreichende Gänge ſich zuletzt zu einem einzigen Gange vereinigen. In dieſem Falle kann es aber auch vorkommen, daß die beiden neben einander hinziehenden Gänge ſich zwar ihrer Erſtreckung nach dicht an einanderlegen, aber nicht in einander verfließen, ſondern neben einander *hinſchleppen*. Wenn indeſſen zwei Gänge von ungleichem Alter und un-

gleichartiger Zusammensetzung unter einem mehr oder minder spitzen Winkel zusammentreffen, so kann es vorkommen, daß der jüngere Gang den älteren gleich an der Berührungsstelle durchbricht oder durchkreuzt oder eine Strecke weit neben dem älteren Gange sich hinschleppt und dann wieder sich unter einem Winkel von ihm abwendet. In diesen zwei Fällen bilden die beiden Gänge ein Gangkreuz, in welchem der jüngere Gang, welcher den älteren durchsetzt und dabei auch mannichfach verschoben oder verdrückt hat, den Verwerfer bildet. — Das gesellschaftliche Auftreten von Gängen ist übrigens eine häufige Erscheinung; ziehen dann diese Ganggesellschaften auf weite Strecken hin mehr oder weniger parallel neben einander hin, so bilden sie einen Gangzug. §. 280.

Wie in ihrer Mächtigkeit und Entwickelung, so zeigen auch die Mineral- und Erzgänge eine große Verschiedenheit in ihrem Streichen und Fallen. In Beziehung auf das Erstere ist zu bemerken, daß die Gänge — ähnlich den Gesteinsgängen — in der Regel während ihres Streichens das geschichtete Nebengestein unter einem bestimmten Winkel durchschneiden und nur selten dem Streichen und Fallen der Schichten folgen. — Das Fallen der Gänge aber wechselt gar sehr; im Allgemeinen jedoch ist es gewöhnlich ein steiles oder auch wohl senkrechtes; ja bisweilen zeigt ein und derselbe Gang in seiner oberen Teufe ein anderes Fallen als in größerer Teufe.

Man unterscheidet je nach ihrem Fallwinkel:

schwebende Gänge von 0°—15°; — flachfallende von 15° bis 45°; — tonnlägige von 45°—75°; — saigere Gänge von 75°—90° Neigung.

Was ferner das Nebengestein eines Mineralganges betrifft, so besteht dasselbe zwar häufig zu beiden Seiten eines Ganges aus einer und derselben Gesteinsmasse, aber sehr oft ist es auch verschiedenartig. Diese Verschiedenartigkeit kann nun dadurch hervorgebracht werden, daß nach Entstehung einer Gangspalte entweder das Nebengestein der einen Spaltenseite sich so tief senkte, daß die über demselben lagernde heterogene Gesteinsablagerung nun dem Nebengesteine der anderen Spaltenseite gegenüber zu liegen kam, — oder ein Eruptivgestein die vorhandene Gangspalte zu seinem Durchbruchskanale benutzte, so daß zwischen seiner Masse und dem durchbrochenen Nebengesteine noch eine Gangspalte übrig blieb, welche sich dann später mit einem Gemenge von Auslaugungsproducten sowohl des ursprünglichen Nebengesteines wie auch des Eruptivgesteines füllte und einen sogenannten Contactgang darstellte.

Sehr häufig befindet sich zwischen der Gangmasse und ihrem Nebengesteine eine erdige, aus Thon oder Letten bestehende und aus der gänzlichen Zersetzung des Nebengesteines hervorgegangene, Zone, welche man Besteg oder Saalband nennt; sehr oft aber zeigen sich die Seitenwände eines Ganges ohne Besteg und fest, glatt, spiegelnd und mehr oder weniger parallel gerieft. Es ist dieses ein Zeichen, daß nach der Entstehung der Gangmasse eine abwechselnde Hebung und Senkung des Nebengesteines und dabei eine starke Reibung seiner Wände an der Gangmasse stattgefunden hat.

§. 280. Endlich iſt noch zu erwähnen, daß die Gänge mancherlei Verſchiebungen, Verwerfungen und auch Zerdrückungen in ihrer Maſſe erlitten haben; ſei es nun durch das Eindringen eines Ganges in den anderen, oder in Folge von Erhärtung und Zuſammenziehung ihrer eigenen Maſſe oder durch Verſchiebung ihres Nebengeſteines oder endlich durch das Aufwärtstreiben eines Eruptivgeſteines.

Synopsis

der

drei Naturreiche.

Ein

Handbuch für höhere Lehranstalten

und für Alle,

welche sich wissenschaftlich mit Naturgeschichte beschäftigen und sich zugleich auf die zweckmäßigste Weise das **Selbstbestimmen** der Naturkörper erleichtern wollen.

Mit vorzüglicher Berücksichtigung
der nützlichen und schädlichen Naturkörper Deutschlands, sowie
der wichtigsten vorweltlichen Thiere und Pflanzen.

Herausgegeben

von

Johannes Leunis und **Ferdinand Senft.**

Dritter Theil.

Zweite Abtheilung: Geognosie.

Zweite Hälfte: **Formationenlehre.**

Mit 333 Holzschnitten.

Hannover.

Hahn'sche Buchhandlung.

1878.

Synopsis

der

Mineralogie und Geognosie.

Ein

Handbuch für höhere Lehranstalten

und für Alle,

welche sich wissenschaftlich mit der Naturgeschichte der Mineralien beschäftigen wollen.

Bearbeitet

von

Hofrath Dr. Ferdinand Senft,

Professor der Naturwissenschaften an der Forstakademie zu Eisenach,
Ritter des Großherzogl. Sächs. weißen Falkenordens I. Cl.,
wirkliches oder auswärtiges Mitglied der Kaiserl. C. Leop. deutschen Akademie der Naturforscher, der Kaiserl. Russ. Societät der Naturforscher zu Moskau, der Royal geological Society of London, der Kaiserl. Königl. geologischen Reichsanstalt zu Wien, der mineralogischen Gesellschaft zu Jena, der naturforschenden Gesellschaft Isis zu Dresden ꝛc.

Zweite Abtheilung: Geognosie.

Zweite Hälfte: **Formationenlehre.**

Mit 333 Holzschnitten.

Hannover.

Hahn'sche Buchhandlung.

1878.

Hofbuchdruckerei der Gebr. Jänecke in Hannover.

Vorwort.

Indem ich die zweite Hälfte meiner Synopsis der Geognosie, welche die **Formationenlehre** umfaßt, der Oeffentlichkeit übergebe, erlaube ich mir, das sachverständige Publikum um gütige Nachsicht dafür zu bitten, daß das Erscheinen dieser Hälfte später erfolgt, als von vornherein beabsichtigt war. Der Grund davon liegt zunächst in der großen Massenhaftigkeit und — wirklich oft recht schwierigen — Auswahl des zu bearbeitenden Materiales. Es ist in der That bewundernswerth, mit welchem Fleiße und Scharfsinne die Geognosten seit zwanzig Jahren die verschiedensten Landesgebiete der einzelnen Erdtheile — und namentlich Deutschlands — durchforscht und wie außerordentlich sich in Folge davon die geognostischen Beschreibungen und Karten schon über einzelne Gegenden vermehrt haben. Aber eben in dieser sorgfältigen Durchforschung einzelner Landesgebiete liegt nun auch der Grund, daß die, in verschiedenen, oft nahe auf einander folgenden, Zeiträumen erschienenen, Beschreibungen einer und derselben Gegend (— z. B. des Harzes —) in ihren Angaben bisweilen sehr von einander abweichen; ja es fehlt selbst nicht an Beispielen, daß von drei verschiedenen Beschreibungen die dritte das wieder verwirft, was die zweite festgestellt, und sich der ersten nähert. Hat dann der Verfasser eines Lehrbuches der Geognosie nicht Zeit, Material und Gelegenheit genug, um von den verschiedenen Beschreibungen eines und desselben Gebietes die

der Wahrheit am meisten sich nähernde Beschreibung herauszufinden, dann ist er übel daran. In diesem Uebelstande liegt auch der Grund, warum ich bei der vergleichenden Zusammenstellung der einzelnen Formationsgliederungen von verschiedenen Landesgebieten die Autoren jeder einzelnen Gliederungsreihe namentlich angeführt und am liebsten die Gliederungen derjenigen Autoren aufgenommen habe, welche in dem, von ihnen geognostisch gegliederten, Landesgebiete wohnten oder doch mehrere Jahre hindurch sorgsam geforscht haben. — Mit der starken Zunahme des petro- und orographischen Materiales ist aber auch die Zahl der Organismenreste, welche man in den geognostisch durchforschten Gebieten nach und nach aufgefunden hat, so gestiegen, daß es Mühe kostet, für die einzelnen Formationen und deren Etagen diejenigen Geschlechter und Arten auszuwählen, welche einerseits im Allgemeinen für die sie umschließende Formation und andererseits im Besondern für die verschiedenen Etagen einer und derselben Formation in verschiedenen Gegenden wirklich bezeichnend sind. Ich habe sorgsam gestrebt, mit Hülfe der mir zu Gebote stehenden Hülfsmittel (— wie ich sie auch im Texte meiner Arbeit überall angegeben habe —) eine richtige Auswahl der wichtigsten dieser Charakter- oder Leitfossilien zu treffen; ob mir aber diese Auswahl, — deren Schwierigkeit stellenweise durch die Namensveränderung vieler Geschlechter und Arten bei den einzelnen Autoren vermehrt wird —, durchgehends geglückt ist, das muß ich freilich dem Urtheile der Sachverständigen anheim stellen. Aber eben durch dieses Sichten und Auswählen der Leitfossilien, sowie dann aber auch durch die Anfertigung neuer Holzschnitte theils der wichtigeren dieser Fossilien, theils instructiver und interessanter geognostischer Profile wurde gleichfalls das Erscheinen der zweiten Abtheilung meiner Geognosie stark verzögert. — Endlich muß ich zu meiner Entschuldigung noch anführen, daß ein langwieriges Gehirn- und Augennervenleiden dadurch hemmend auf

meine Arbeiten einwirkte, daß ich einen Schreiber annehmen mußte, welcher in Folge seiner Unkenntniß der Geognosie und Paläontographie sehr häufig trotz aller Vorlagen die Namen der Versteinerungen u. s. w. falsch aufschrieb. Wenn ich nun auch später in den Correcturbogen seine zahlreichen Fehler zu verbessern bestrebt war, so sind doch in Folge meiner krankhaften Sehkraft einige derselben, — wie sie im Anhange auf dem Correcturen-Verzeichnisse angegeben sind —, stehen geblieben. Möge der gütige Leser diese „Druckfehler" gütigst entschuldigen.

Soviel über das verspätete Erscheinen der zweiten Abtheilung der Geognosie. — Es sei mir nun noch gestattet, Einiges über die Bearbeitung des Stoffes dieser zweiten Abtheilung mittheilen zu dürfen.

1) Wie das Inhalts-Verzeichniß lehrt, so bin ich der allgemein anerkannten Eintheilung der Erdrindemassen in geognostische Gruppen und Formationen gefolgt und habe dann bei der Beschreibung jeder Gruppe zuerst im Allgemeinen das Bildungs- und Verbreitungsgebiet, die Bildungsmassen und die während ihrer Entwickelungszeit auf Erden existirenden Lebensverhältnisse und Organismengeschlechter, dann aber specieller die einzelnen Glieder der einzelnen zu jeder Gruppe gehörigen Formationen je nach ihrer petrographischen und paläontologischen Beschaffenheit beschrieben und dabei einerseits zur Bestätigung des über jede einzelne Formation Mitgetheilten und andererseits zur Veranschaulichung der Gliederung jeder Formation in den einzelnen Landesgebieten ihres Auftretens eine „vergleichende Uebersichtstafel der Gliederung der am meisten bekannt gewordenen und am vollständigsten gegliedert erscheinenden Formationen" einer Gruppe beigefügt, endlich am Schlusse jeder Formationengruppe das Wichtigste über die Störungen der Ablagerungsverhältnisse ihrer Glieder, über die Formen ihrer Landesbildungen und über die wäh-

rend oder kurz nach ihrer Entwickelung zum Vorscheine gekommenen vulcanischen Erscheinungen mitgetheilt. Bei allen diesen Beschreibungen habe ich unter den verschiedenen geognostischen Karten vorzüglich von Dechen's geognostische Uebersichtskarte von Deutschland, Gümbel's geognostische Karten zu seiner geologischen Beschreibung von Bayern, Römer's und Prediger's Karte vom Harz, H. Credner's Karte von Hannover und dessen geognostische Karte von Thüringen, Studer's und Escher's Carte géologique de la Suisse, Murchison's Geological Map of the Silurian Rocks (in seiner Siluria) und die bis jetzt erschienenen Karten der deutschen geologischen Gesellschaft; unter den verschiedenen, im Texte bei den einzelnen Formationen näher angegebenen, geognostischen Beschreibungen einzelner Landesgebiete aber vorzüglich die Mittheilungen in der Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft und in den mineralogischen Jahrbüchern, sowie die mir von den einzelnen Autoren gütigst zugesandten Abhandlungen so gut wie möglich benutzt. Dabei aber habe ich auch meine eigenen Beobachtungen, wenn ich sie durch jahrelanges Untersuchen für bewährt hielt, angeführt. Ganz besonders gilt dieses Letztere bei der petrographischen Beschreibung des Torfes, Limonites, Fels- und Erdschuttes, welchen ich in Folge meiner Thätigkeit an der Forstlehranstalt zu Eisenach nun seit 44 Jahren sorgfältig habe untersuchen müssen. Möge es mir daher auch gestattet sein, daß ich an meinen gewonnenen und sich auf unzählige Versuche und Beobachtungen stützenden Erfahrungen über diese Erdrindebildungen, so namentlich auch über Lehm, Löß, Thon und Mergel, so lange festhalte, bis ich durch wirkliche, aus der Natur entlehnte, Thatsachen eines Besseren belehrt werde.

2) Endlich möge es mir noch erlaubt sein, einige Worte darüber zu erwähnen, daß ich soviel wie möglich ehrliche deutsche Benennungen für geognostische Begriffe und Sachen gewählt habe. Wer

ſo viele Jahre hindurch jungen Leuten, welche ſehr häufig keine Kenntniß der griechiſchen Sprache beſitzen, Geognoſie hat lehren müſſen, wie es bei mir der Fall iſt, der wird auch die Schwierigkeit kennen gelernt haben, ſolchen Schülern, auch wenn ſie noch ſo eifrig und talentvoll ſind, den richtigen Begriff z. B. von „bathrologiſch, inſtantan, abyſſodynamiſch, pſephitiſch, pſammitiſch, pelitiſch ꝛc.“ ſo beizubringen, daß ſie ihn auch behalten und richtig anwenden. Hat doch ſelbſt mancher Geognoſt von Fach ſeine Noth bei der Erklärung und Anwendung dieſer griechiſchen Ausdrücke! Da nun mein Buch vorzüglich auch ſolchen gewidmet iſt, welche kein Griechiſch verſtehen, ſo habe ich es vorgezogen, überall da deutſche Begriffsnamen anzuwenden, wo unſere edele deutſche Sprache mit einem Worte ganz gut daſſelbe ausdrückt, was die griechiſche Benennung angiebt, aber zugleich auch die fremdſprachliche Begriffsbezeichnung beigefügt, um bei den gelehrten Geognoſten nicht anzuſtoßen.

Mit dieſen Erklärungen und Entſchuldigungen übergebe ich den Schluß meiner Synopſis der Geognoſie (— zu welcher wieder mein eifrig ſtrebſamer Schüler, Studioſus Ernſt Piltz, das Regiſter entworfen hat —) der Oeffentlichkeit, zugleich mit der Bitte, meine Arbeit wohlwollend aufnehmen und bei der Beurtheilung derſelben berückſichtigen zu wollen, daß es ſehr ſchwierig iſt, aus einer reichen Auswahl dargebotenen Materiales immer den richtigen Stoff zu treffen und ihn dann auch ſo zu verarbeiten, daß er Jedermann verſtändlich und anſprechend erſcheint.

Eiſenach, den 1. November 1877.

Dr. Senft.

Inhaltsverzeichniß
zur zweiten Hälfte.

§. Seite

Die Verbindung der Erdrindemassen zu Formationen. (Formationenlehre.)

Erster Abſchnitt.

Entwickelungsgeſchichte der Formationen im Allgemeinen.

281. Begriff einer Gebirgsformation 709
282. Die Bildungsmaſſen einer Formation und deren Ablagerungsverhältniſſe 710
283. Verſchiedenartigkeit der Formationen nach Maſſen und Lagerorten 719
284. Räumliche Ausbreitung der einzelnen Formationen 720
285. Störungen in der Entwickelung der Formationenreihe 721
286. Die Organismenreſte in den geſchichteten Formationen 722
287. Verſchiedenheit der Organismenreſte in den verſchiedenen Formationen 724
288. Die Verbindung der Formationen zu Gruppen 729
289. Die geologiſchen Zeitalter oder Perioden 730
290. Ueberſichtliche Zuſammenſtellung der Zeitalter und Formationen 731
291. **Tabelle A.** Azoiſches, **B.** Paläozoiſches (S. 734), **C.** Mezozoiſches (S. 736), **D.** Känozoiſches Zeitalter (S. 738).... 734

§. Seite

Zweiter Abſchnitt.

Specielle Beſchreibung der einzelnen Formationen.

A.

Azoiſche Formationen.

292. Beſtandesmaſſen und Lebensverhältniſſe im Allgemeinen..... 742

A. Die Sedimentgeſteine der azoiſchen Formationen.

I. Urgneiß- oder Laurentiſche Formation.

293. Beſtandesmaſſen derſelben im Allgemeinen..... 743
294. Nähere Betrachtung der Beſtandesmaſſen..... 744
295. Nähere Angaben über die unweſentlichen Geſteinsbildungen. 748
296. Erzlagerſtätten..... 752
297. Organismenreſte..... 755
298. Ablagerungsweiſen..... 757
299. Lagerungsverhältniſſe, Mächtigkeit und Hauptablagerungsgebiete..... 759

II. Urſchiefer- oder Huroniſche Formation.

300. Beſtandesmaſſen derſelben im Allgemeinen..... 760
301. Nähere Betrachtung der Hauptglieder..... 761
302. Nähere Angaben über die untergeordneten Einlagerungsmaſſen 768

§. Seite

303. Organismenreste 773
304. Ablagerungsweisen, Lagerungsverhältnisse und Gebirgsbildung 773
305. Mächtigkeit und Verbreitung... 778

B. Die Eruptivgesteine und Gangbildungen der azoischen Formationen.

306. Die Eruptivgesteinsbildungen.. 778
307. Die Gangbildungen..... 782

B.

Paläozoische Formationen.

308. Allgemeine Bildungsmassen (S. 783) und Lebensverhältnisse (S. 785—798)..... 783

a. Die Thonschiefer-Grauwacke-Formationen oder das Uebergangsgebirge.

I. Die silurische oder cambrische Formation.

309. Ablagerungsgebiet, Mächtigkeit und Bildungsmassen im Allgemeinen..... 798
310. Nähere Betrachtung der Hauptbildungsgesteine..... 799
311. Kohlengebilde, Steinsalz- und Erzlager..... 805
312. Ablagerungsweisen und Lagerungsverhältnisse..... 806
313. Organismenreste..... 808
314. Hauptablagerungsgebiete..... 817
315. **Tabelle:** Gliederung des Silurs in verschiedenen Landesgebieten..... 821

II. Die devonische Formation.

316. Ablagerungsgebiet, Mächtigkeit und Bildungsmassen im Allgemeinen..... 824
317. Nähere Betrachtung der Bestandesmassen..... 824
318. Ablagerungsweisen und Lagerungsverhältnisse..... 829
319. Organismenreste..... 830
320. Gliederung und Verbreitung... 838
320a. **Tabelle:** Gliederung des Devons in verschiedenen Landesgebieten..... 844
321. Die vulcanischen Erscheinungen und die durch sie herbeigeführten Gesteinsmetamorphosen in der Silur- und Devonformation... 846
322. Erzgänge in der silurischen und devonischen Formation..... 853

b. Die Steinkohlen- oder carbonische Formation.

323. Ablagerungsorte, Mächtigkeit und Bildungsmassen im Allgemeinen..... 854
324. Nähere Betrachtung der Gesteinsmassen..... 854
325. Ablagerungsgebiete, Gliederfolge, Lagerungsverhältnisse und Ablagerungsformen..... 864
326. Die Eruptivgesteine und Gangbildungen..... 873
327. a. Die Flora..... 874
328. b. Die Fauna..... 881
329. Verbreitung und Gliederung in verschiedenen Landesgebieten... 885

c. Die Dyasformationen.

330. Allgemeines über die Ablagerungsorte und Bildungsmassen. 891

I. Die Formation des Rothliegenden.

331. Ablagerungsgebiet, Mächtigkeit und Bildungsmassen im Allgemeinen..... 893
332. Nähere Betrachtung der Hauptbildungsmassen..... 894
333. Gliederfolge. — **Tabelle:** Gliederung in verschiedenen Landesgebieten..... 900
334. Eruptivmassen..... 904
335. Mineral- und Erzgänge..... 908
336. Ablagerungsweisen und Terrainformung..... 908
337. Organismenreste..... 910
338. Verbreitung..... 911

II. Die Zechsteinformation.

339. Ablagerungsgebiet, Mächtigkeit und Bildungsmassen im Allgemeinen..... 914
340. Nähere Betrachtung der Hauptablagerungsmassen..... 915
341. Untergeordnete Lager und Gänge 923
342. Gliederfolge. — **Tabelle:** Gliederung im mittleren Deutschland und England..... 926
343. Organismenreste..... 930
344. Verbreitung..... 933

§. Seite

C.

Mesozoische Formationen.

345. Bildungsräume, Bildungsmaterial und Entwickelung der Organismenreiche im Allgemeinen 936

I. Die Triasformationen.

346. Verschiedene Entwickelung derselben nach ihren Bildungsräumen, Hauptablagerungsmassen und Abtheilungen..... 940

A. Trias in Europa.

α. Pelagische Trias.

347. Allgemeine Beschaffenheit derselben. — Literatur..... 941

1. Trias in Deutschland.

a. Die Buntsandsteinformation.

348. Gesteinsarten und Mächtigkeit 943
349. Organismenreste..... 947
350. Gliederfolge..... 950
351. Oberflächengestalt..... 951

b. Die Muschelkalkformation.

352. Ablagerungsgebiet, Hauptablagerungsmassen, Erzlager und Eruptivgesteine..... 952
353. Organismenreste..... 955
354. Gliederfolge. — **Tabelle:** Gliederung in verschiedenen Gegenden Deutschlands..... 959
355. Ablagerungsformen und Oberflächengestaltung..... 962

c. Die Keuperformation.

356. Ablagerungsgebiet und Hauptglieder..... 963
357. Organismenreste..... 967
358. Gliederfolge. — **Tabelle:** Gliederung in verschiedenen Gegenden Deutschlands..... 968
359. Oberflächenform..... 972
360. Störungen in den Lagerungsverhältnissen der Triasformationen..... 972
361. Verbreitung der Triasformationen in Deutschland..... 974

2. Trias in England.

362. Ablagerungsgebiet und Hauptglieder..... 978

§. Seite

β. Oceanische Trias.

3. Trias in den Alpen.

363. Allgemeines über das Verbreitungsgebiet, die Ablagerungsmassen und Organismenreste. 979
364. Nähere Betrachtung der Gliederung und Bestandesmassen.. 980
365. Eruptivgesteine..... 987
366. Oberflächenbildung..... 988

B. Trias in Nordamerika.

367. Verbreitungsgebiet und Bildungsmassen..... 991

II. Die Juraformationen.

368. Bildungsräume, Hauptablagerungen und Organismenleben im Allgemeinen..... 993

a. Die Liasformation.

369. Ablagerungsgebiet, Mächtigkeit und Hauptglieder..... 995
370. Organismenreste..... 998
371. Gliederfolge. — **Tafel:** Gliederung in verschiedenen Landesgebieten..... 1004
372. Oberflächengestalt und Verbreitung..... 1008

b. Die Dogger- oder braune Juraformation.

373. Ablagerungsgebiet, Mächtigkeit und Hauptglieder..... 1010
374. Organismenreste..... 1013
375. Gliederung..... 1016

c. Die obere oder weiße Juraformation.

376. Ablagerungsgebiet, Mächtigkeit und Hauptglieder..... 1022
377. Organismenreste..... 1025
378. Gliederung: Oxford, Kimmeridge und unterer Wealden oder Purbeck..... 1032
379. Oberflächenformen und Störungen in den Ablagerungsverhältnissen des braunen und weißen Juras..... 1040
380. Verbreitungsgebiete des braunen und weißen Juras in Europa..... 1043

§. Seite

III. Die Kreideformationen.

381. Namen-Erklärung. Quader- oder Grünsandformation 1048
382. Ablagerungsorte im Allgemeinen 1048
383. Bildungsmaterialien 1050
384. Die Organismen der Kreidezeit 1061
385. Gliederung der Kreideformationen 1071
386. a. Beschreibung des Hils oder Neocoms 1074
387. b. Beschreibung des Golts oder Gaults 1080
388. c. Beschreibung des Cenomans oder Unterquaders 1085
389. d. Beschreibung des Turons oder Mittelquaders 1090
390. e. Beschreibung des Senons oder Oberquaders 1095
391. Allgemeine Ablagerungsgebiete der Kreideformationen und Oberflächenformen ihrer Landesbildung. — Literatur 1099

D.

Känozoische Formationen.

392. Allgemeine Charakteristik der Bildungsräume und Bildungsmassen 1104
393. Die Organismenwelt 1107
394. Abtheilung der känozoischen Periode in einzelne Formationszeitalter 1110

1. Die Tertiärformationen.

395. Ablagerungsorte und Hauptbildungsmassen 1113
396. Eruptivgesteine 1120
397. Braunkohlengebilde 1124
Organismen.
398. a. Klima und Pflanzenwelt 1127
399. b. Das Thierleben 1133
400. Gliederung (S. 1135). — Tafel: Vergleichende Zusammenstellung der Tertiärformationen. 1135

I. Eocänformationen.

401. Ablagerungsräume und Gliederung im Allgemeinen 1142
402. Nähere Betrachtung der Nord-Eocänformationen 1144
A. Die englische Eocänformation im Themsebecken (S. 1144).
B. Die Eocän-Formation im Hampshire-Busen und auf der Insel Wight (S. 1146).
403. C. Das Pariser oder Seinebecken 1148
404. Nähere Betrachtung der Süd-Eocänformationen 1152
405. a. Die Nummulitenformation oder das alpine Eocän 1154
406. b. Die Flyschformation ... 1155
407. c. Die Braunkohlenformation des alpinen Eocäns ... 1157

II. Oligocänformationen.

408. Bildungsräume, Bildungsmassen und Gliederung im Allgemeinen 1160
Nähere Betrachtung der Oligocänformationen.
409. A. Die Oligocänformation auf der Insel Wight 1163
410. B. Die Oligocänformation im Seinebecken 1164
Ba. Oligocän in der Auvergne (S. 1166).
Bb. Oligocän von Bordeaux (S. 1167).
411. C. Die Oligocänformation in Belgien 1167
412. D. Die Oligocänbildungen im Becken von Mainz 1168
413. E. Die Oligocän-Formation Norddeutschlands im Allgemeinen 1170
414. I. Die oligocänen Braunkohlenformationen Norddeutschlands. Bildungsmassen (S. 1173); Organismenreste (S. 1177); Zusammenstellung der Braunkohlengebiete Norddeutschlands (Seite 1182. 1183); Literatur (S. 1184) 1173
415. II. Die oligocänen Meeresgebilde Norddeutschlands 1184
416. III. Die Oligocänformation Südbayerns 1191
417. IV. Die Oligocänbildungen in der Schweiz 1193

III. Neogenformationen.

(Miocän und Pliocän.)

418. Bildungsräume; Ablagerungsmassen; Organismen und Gliederung im Allgemeinen 1194

§. Seite

Nähere Betrachtung der wichtigeren Neogengebiete.

419. A. Das Wiener Becken..... 1197
420. B. Das Böhmer oder Eger-Elbe-Becken..... 1199
421. C. Die Steyermärker oder Krainer Braunkohlenbecken 1201
422. D. Die Neogenbildungen Südbayerns..... 1202
423. E. Die Neogengebilde der Schweiz..... 1202
424. F. Die Neogenbildungen des Mainzer Beckens..... 1203
425. G. Die Neogenbildungen Norddeutschlands..... 1205
I. Die miocänen Braunkohlenbildungen der Rhön 1205
II. Die Neogenbildungen des nordwestlichen Deutschlands (— Holsteiner Gestein und Lager des unteren Elbgebietes Beyrich's —)..... 1206
426. **Die Neogenbildungen Englands** 1207
427. **Die Neogen- oder Subapenninenformation Italiens und Siciliens**..... 1208
428. **Die Tertiärbildungen Rußlands und Asiens**..... 1209

2. Die Diluvialformationen.

429. **Ablagerungsgebiete und Bildungsagentien im Allgemeinen** 1209
430. **Bildungsmassen im Allgemeinen** 1216
431. **Fortsetzung.** — Uebersicht der Diluvialbildungsmassen..... 1218
432. I. Die Diluvialblöcke im Allgemeinen..... 1219
433. **Fortsetzung.** — A. Die fluviatil-glacialen Blöcke und Ablagerungen (— Erratische Blöcke oder Driftblöcke —) und ihre Vertheilung..... 1225
434. **Fortsetzung.** — B. Die diluvialen Moränenblöcke und Geschiebe und ihre Ausbreitung 1230
435. II. Gerölle, Kies und Sandablagerungen im Diluvium: a. Strandbildungen (Schutterrassen, Äsar und Dünen)..... 1234
b. Die diluvialen Regenwasser- oder pluviatilen Schuttbildungen (Seifengebirge)..... 1238
c. Die diluvialen Binnensee- und Fluß- oder lacustren und fluviatilen Schuttbildungen.... 1241
436. III. Diluvialer Erdschutt (Lehm, Löß und Thon)..... 1243
437. IV. Die diluvialen Knochen-Ablagerungen (Höhlenschlamm, Knochenconglomerate und Knochenbreccien)..... 1246
438. V. Diluviale Süßwasserkalk- und Limonitbildungen..... 1250
439. VI. Diluviale Torfablagerungen 1253
440. **Die Organismenreste des Diluviums** (Pflanzenwelt [S. 1257], Thierwelt [S. 1258])..... 1256

3. Die Alluvialformationen.

441. **Die Erdoberfläche und das Organismenreich beim Beginne der Alluvialzeit**..... 1260
442. **Schöpfungs- und Entwickelungszeit des Menschen** (in der Tertiär-, Diluvial- und Alluvialzeit)..... 1263
443. **Das Pflanzen- und Thierleben der Alluvialzeit**..... 1267
444. **Neubildungen und Veränderungen der Erdrinde**..... 1270
445. **Unterschied der Diluvial- und Alluvialgebilde gleicher Art**.. 1274
Zusätze: Arten und Verbreitung der Torfmoore (S. 1275), der Marschen (S. 1276) und des Guano (S. 1277).
446. **Veränderungen an der Oberfläche und dem Umfange der Landesmassen von Europa während der geschichtlichen Zeit**.. 1277
A. Veränderungen am Strande und im Bette des Meeres (S. 1277). — B. Veränderungen im Binnenlande Europas (S. 1281). — Schluß (S. 1285).

Angabe der wichtigeren für die Beschreibung des Di- und Alluviums benutzten Werke..... 1286

Anhang: Die in der ersten Hälfte der Geognosie und namentlich in der Gesteinskunde benutzte Literatur 1288

Alphabetisches Sachregister..... 1297

Die Verbindung der Erdrindemassen zu Formationen.

(Formationenlehre).

Erster Abschnitt.

Entwickelungsgeschichte der Formationen im Allgemeinen.

Begriff einer Gebirgsformation. — Wie schon in dem vorigen Abschnitte gezeigt worden, so besteht die Erdrinde, soweit sie dem forschenden Auge des Menschen bis jetzt bekannt geworden ist, vorherrschend aus geschichteten Gebirgsgliedern, welche vielfach von mächtigen Gängen und Stöcken massiger Eruptivgesteine von unten nach oben durchbrochen und theils durch diese letzteren, theils durch Erdbeben, theils aber auch durch den Erstarrungs- und Eintrocknungsproceß der geschichteten Erdrindemassen selbst auf die mannichfachste Weise aus ihrer ursprünglich horizontalen Lage herausgerissen und gehoben, umgeknickt, über einander geschoben und verworfen worden sind; außerdem aber auch von zahlreichen Höhlungen und Spalten, welche ganz oder theilweise mit krystallinischen Mineralien ausgefüllt erscheinen, durchzogen werden. §. 281.

Diejenigen dieser Schichten, welche bei einer normalen Entwickelung ihres ganzen Complexes

1) immer zusammen in einer bestimmten Reihenfolge über einander auftreten und in den meisten Fällen auch aus bestimmten Gesteinsarten, wie sie nur ihrem Complexe eigenthümlich sind, bestehen;
2) immer auf einem bestimmten älteren Schichtencomplexe, z. B. A lagern und von einem bestimmten jüngeren Schichtencomplexe, z. B. B überlagert werden;
3) in ihren Schichten bestimmte Arten von Versteinerungen oder sonstigen Organismenresten enthalten, welche weder in den unter, noch über ihnen lagernden Schichtencomplexen vorkommen,

bilden zusammen eine **Formation**, unter welcher man demnach den Complex aller derjenigen Schichtreihen zu verstehen

hat, welche ihren Lagerungsverhältnissen und Organismenresten nach in einem und demselben Zeitraume der Erdrindeentwickelung entstanden sind.

§. 282. **Die Bildungsmassen einer Formation und deren Ablagerungsverhältnisse.** — Die Hauptbildungsmassen einer jeden Formation bestehen aus geschichteten Gesteinen, während die ungeschichteten Eruptivgesteine, welche die Glieder einer Formation von unten nach oben durchsetzen, streng genommen nicht zu den wesentlichen Zusammensetzungsmassen der von ihnen durchsetzten Formation gehören, sondern nur als mehr zufällige Eindringlinge zu betrachten sind, welche auf ihrem Zuge zur Erdoberfläche sich gewaltsam einen Weg durch die gerade vorhandenen und ihrem Zuge hemmend entgegentretenden Formationen erbrachen und dabei dann in dem von ihnen erbrochenen Kanale erstarrten und sitzen blieben.

Zu den allgemein verbreiteten und darum am meisten in den Formationen auftretenden Gesteinsmassen gehören, wie auch schon früher angegeben worden ist, außer den krystallinischen Schiefergesteinen der Urschieferformation vorherrschend Conglomerate, Sandsteine, Schieferthone, Mergel, Kalksteine, Gyps, Steinsalz und Dolomite. Obwohl es nun Formationen giebt, welche aus diesen sämmtlichen Gesteinsarten zusammengesetzt erscheinen, so kommen doch auch gar manche vor, welche entweder nur aus Massen des gerollten und geschlämmten Steinschuttes (Conglomerat, Sandstein und Schieferthon) oder nur (oder doch vorherrschend) aus Ablagerungen von ehemals im Wasser wirklich gelöst gewesenen Mineralmassen bestehen (also aus Kalkstein, Gyps, Steinsalz und Dolomit). Schon diese Verschiedenheit im Massebestande der einzelnen Formationen deutet darauf hin, daß das landerzeugende Wasser nicht in allen Zeiträumen der Erdrindebildung immer ein und dasselbe Landbildungsmaterial besaß. Wenn man nun weiter das Bildungsmaterial von einer und derselben Formation in verschiedenen, oft nicht einmal weit von einander entfernten, Landesgebieten untersucht, so wird man wieder bemerken, daß zunächst dasselbe oft in dem einen Gebiete aus geschlämmtem und gerolltem Steinschutte, in dem anderen Gebiete dagegen aus Niederschlägen von Mineralösungen; ferner nicht selten in einem und demselben Ablagerungsgebiete an einer Stelle aus Conglomeraten und Sandsteinen, an der anderen dicht daneben liegenden Stelle nur aus Sandstein und Schieferthon und an der dritten Stelle nur aus Schieferthonen, Mergelschiefer und auch wohl Kalkstein besteht; ja endlich sogar in dem einen Gebiete diejenigen Schichten neben einander in einer Ebene zeigt, welche es in dem anderen Gebiete über einander gelagert wahrnehmen läßt. Aus allem folgt weiter, daß das Land absetzende Wasser zunächst schon in einem und demselben Zeitraume nicht überall gleichartige Mineralmassen enthielt, und dann bei gleichem Materiale in einer und derselben Zeit nicht überall

seine Landbildungsmassen in einer und derselben Weise abſetzte. §. 282.

Ueber alle dieſe Bildungsverhältniſſe iſt nun im Allgemeinen Folgendes zu bemerken:

Sieht man von den kryptogenen kryſtalliniſchen Urſchiefern ab, welche wohl überall die unterſte, erſte, den ganzen Erdkörper umgürtende, Erdrinde bilden, ſo ſind alle folgenden geſchichteten Geſteinsmaſſen aus der Zertrümmerung oder Zerſetzung der ſchon vorhandenen, älteren, Erdrindeablagerungen und in ſpäteren Zeiträumen, als erſt die Welt der Organismen auf der Erdoberfläche erwacht war, zum Theil auch aus den Körperreſten dieſer Organismen entſtanden. Es folgt aus allem dem wohl von ſelbſt, daß die, gegen die ſchon vorhandenen Erdrindeinſeln anſtürmende, Fluth des Oceanes ſchon in einem und demſelben Zeitraume nicht überall gleiches Bildungsmaterial erhielt, ſondern daß die Art dieſes letzteren von der petrographiſchen Beſchaffenheit der von ihr beſtürmten Landesmaſſen abhing und dem zufolge z. B. in der nächſten Umgebung einer Gneißinſel in dem Bette des Oceanes ſich eine petrographiſch andere Landesmaſſe abſetzen mußte, als in der Umgebung einer Glimmerſchieferinſel.

Ebenſo iſt es bekannt, daß die Meeresfluth an einem flachen Geſtade andere Maſſen abſetzt, als im tieferen Meeresbette und dann weiter unter ſonſt gleichen Verhältniſſen in der Nähe der Landesküſten andere als weit vom Lande entfernt in der Tiefſee; daß ja auch ſchon ein und derſelbe Fluß in den verſchiedenen Gebieten ſeines oberen, mittleren und unteren Laufes verſchiedenartige Schuttmaſſen (— z. B. in ſeinem oberen Gebiete Blöcke, Gerölle und Kies, in ſeinem mittleren Gebiete gröberen und feineren Sand mit weniger Schlamm, aber in ſeinem unteren Gebiete nur feinen Sand und vielen Schlamm —) zu Boden ſinken läßt. Was man aber hier in den verſchiedenen Gebieten eines und deſſelben Stromes bemerkt, das geſchieht auch da, wo ein Strom von den Abhängen eines Gebirges ſeinen Schutt unmittelbar in einen Binnenſee oder auch in ein Meeresbett ſchüttet. Man wird in dieſem Falle unmittelbar am Strande des See- oder Meeresbeckens, wie ja auch im I. Abſchnitte gezeigt worden iſt, da, wo der Strom einmündet, zunächſt eine aus grobem und kleinerem Schutte beſtehende Terraſſe, vor dieſer zu beiden Seiten des durchziehenden Stromes eine aus feinem Schutt und Schlamm gebildete Ablagerungszone und noch weiter vom Strande entfernt eine Zone von Schlamm mit ſehr feinem Sand bemerken. Und wie der Strom, ſo wirthſchaftet nun auch die Woge des Oceanes. Sie ſchlägt von ihrem felſigen Geſtade Blöcke und groben wie feinen Schutt ab und ſetzt bei ihrer Rückfluth, ähnlich einem Strome, den groben Schutt unmittelbar am Fuße des von ihr gepeitſchten Geſtades ab, den feineren Schutt aber nimmt ſie mit ſich fort, um aus ihm in einiger Entfernung vom Geſtade eine Sandbank zu bilden, auf welcher ſich erſt dann, wenn dieſe Bank ſo hoch geworden iſt,

§. 282. daß die über ihr wegziehende Meeresfluth geſtaut wird, auch erdiger Schlamm abſetzt. Man kann demnach ſchon aus der mineraliſchen Art der Bildungsmaſſen einer Formation nicht bloß auf die Entſtehungsart, ſondern auch auf den ehemaligen Bildungsort einer Formation, ja ſelbſt auf die Beſchaffenheit, Größe und Geſtalt derjenigen Landesmaſſen, welche das Bildungsmaterial zu den ſie umgebenden Formationen geliefert haben, ſchließen, wie das Folgende andeuten wird:

1) Beſteht eine Formation vorherrſchend aus maſſig entwickelten Conglomeraten und groben Sandſteinen, ſo iſt ſie wohl ſtets eine Strand- oder Uferbildung und zwar
   a. entweder am Strande des Meeres abgeſetzt worden, wie dieſes der Fall iſt
      α. theils an dem flachen, ſanft abfallenden, Geſtade eines offenen Meeres,
      β. theils an dem tiefen, ſchroff abfallenden Ufer von tief in das Land einſchneidenden Meeresbuſen von Gebirgsinſeln, wenn von den letzteren Flüſſe mit kurzem ſtürzendem Laufe ſich in dieſe Buſen ergießen;
   b. oder am Ufer von ſolchen Binnenſeen gebildet worden, welche von hohen, ſteilen Gebirgen umſchloſſen ſind, deren Flüſſe allen Schutt in dieſe Seen führen.

Man wird darum die vorherrſchend aus Conglomeraten und Sandſteinen beſtehenden und ſehr häufig, — wenigſtens in ihren conglomeratiſchen Ablagerungen, — eine undeutliche Schichtung zeigenden, Strandformationen am Rande von kleineren, dem Ur- und Uebergangsgebiete angehörigen und aus kryſtalliniſchen Schiefern oder Grauwackegebilden beſtehenden, Gebirgsinſeln finden, weil einerſeits nach der Bildungsperiode dieſer Inſeln der Ocean in Folge ſeiner weiten Ausbreitung noch ſeichtgründig war und ſeine Fluthen nach ihrem Rückpralle von den felſigen Geſtaden dieſer Inſeln keine große Rollkraft beſaßen, und andererſeits die etwa ſchon vorhandenen Flüſſe dieſer Inſeln ſchon nach kurzem Laufe ſich in das Meeresbett ſtürzten. — Finden ſich aber nun ſolche conglomeratreiche Formationen im Gebiete von ehemaligen Binnenſeen oder auch Binnenmeeren, ſo gehören ſie in der Regel den jüngeren Erdbildungsperioden an, weil in ihrer Bildungszeit die Landmaſſen ſchon einen ſolchen Umfang haben mußten, daß ſie große Binnenſeen oder auch Meerestheile umſchließen konnten. In der Regel lagern dann auch dieſe Formationen an derjenigen Seite dieſer Seen, von welcher aus ſich die meiſten Flüſſe der ſie einſchließenden Gebirge in ihr Becken ergoſſen. Dieſes zeigen unter anderem die der Tertiärbildungszeit angehörigen Nagelfluh-Ablagerungen, deren Hauptmaſſen ſich am Nordabhange der Alpen, — alſo am ſüdlichen Ufer des ehemaligen bayeriſch-ſchweizeriſchen Binnenmeeres — abgelagert zeigen.

2) Beſteht dagegen eine Formation vorherrſchend aus feinkörnigen, bindemittelreichen Sandſteinen, Schieferthonen,

Mergelschiefern oder auch aus dichten Kalksteinen, §. 282.
so kann sie ein Gebilde der offenen Tiefsee, oder auch der tief ins Land einschneidenden und nur durch einen schmalen Kanal mit dem Meere in Verbindung stehenden Meeresbusen oder eines Haffes sein.

a. Ist eine Formation das Gebilde der offenen Tiefsee, ist also ihr Ablagerungsort weit vom Lande entfernt, dann besteht sie vorherrschend aus bitumen- oder vielmehr humusarmen Gesteinen, weil die fein zertheilten Humussubstanzen einerseits sich stets schwimmend erhalten und sich nicht eher absetzen, als bis das sie in der Schwebe erhaltende Wasser zum größeren Theile verdunstet ist, und andererseits die im Meerwasser vorhandenen Salze, vor allen der kohlensaure Kalk, sie sehr rasch zur Zersetzung bringen. Sodann aber sind es vorherrschend entweder sehr feinkörnige, hell gefärbte Sandsteine mit reichem, oft kieseligem oder kalkigem, Bindemittel oder noch häufiger dichte, mit flachmuscheligem, oft feinerdigem, Bruche versehene, hell gefärbte, von zahlreichen Conchylienresten durchzogene, ja oft ganz aus ihnen bestehende, Kalksteine mit geringen Zwischenlagen von Kalkmergeln, bisweilen auch von fetten Thonen. Ganz besonders bezeichnend aber sind für diese Tiefseeformationen die regelmäßig ausgebildeten, häufig ebenplattenförmigen, Schichtungen und regelrecht über einander auftretenden Ablagerungsmassen, von denen stets die mechanisch gebildeten Niederschläge die untere, die aus den wässerigen Lösungen entstandenen Niederschläge aber die obere Etage bilden. Endlich bemerkt man auch bei diesen Formationen des offenen Meeres, daß, wenn eine derselben zugleich aus Sandsteinen, Schieferthonen, Mergeln und Kalksteinen besteht, gewöhnlich die Sandsteine die Uferzone, die Schieferthone vor diesen meereinwärts, die Mergel wieder vor den Schieferthonen meereinwärts und die Kalksteine die Centralzone einnehmen, etwa wie in nachstehender Figur (Fig. 123); daß also alle diese Ablagerungen in derselben Reihenfolge neben einander erscheinen, wie sie sonst bei regelrechter Ablagerungsweise über einander folgen. Man kann diese Ablagerungsverhältnisse bei jeder Meeresformation — z. B. bei der Trias, beim Jura und auch bei der Kreide — beobachten, wenn man z. B. auf der schönen geognostischen Karte Deutschlands von v. Dechen deren allgemeine Ablagerungsgebiete betrachtet.

b. Ist dagegen eine Formation in einem tief ins Land eindringenden Meeresbusen (— wie dieses z. B. bei den Haffs der Fall ist —) gebildet worden, dann zeigt sie um so unvollkommenere Schichtenbildung und geregelte Ueber-

§. 282. einanderlagerung ihrer einzelnen Glieder, je größer die Geſchwindigkeit und je ſchiefer die Fließebene des in den Meeresbuſen einmündenden Stromes iſt. Die Maſſenart

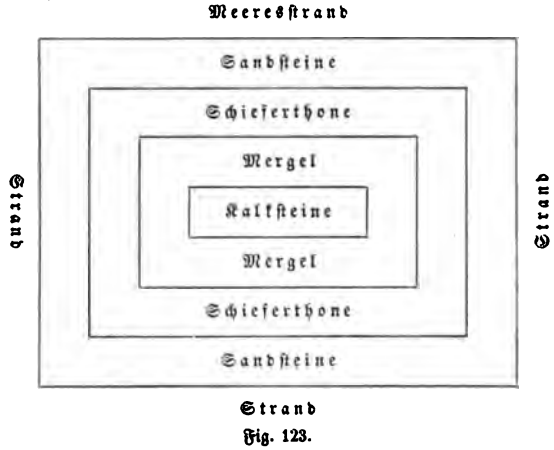


Fig. 123.

der in ihm ſich bildenden Schichten aber iſt nun weiter abhängig von den in den Buſen einmündenden Fließwaſſern:

α. Kommen dieſe Flüſſe aus Schwemmland, welches vorherrſchend aus feinkörnigem Sande beſteht, ſo können ſie natürlich nur Sandanhäufungen in dem, ſie aufnehmenden, Buſen bilden. Wenn aber das von ihnen durchzogene Schwemmland neben feinem Sande auch humusreiche Erdboden-Ablagerungen oder auch ausgebreitete Torfmoore enthält, ſo werden die Flüſſe in dem Baſſin des Buſens durch Humusſubſtanzen ſchwarzgrau gefärbte, bindemittelreiche feinkörnige Sandſteine und ebenſo gefärbte, bituminöſe Schieferthone abſetzen. Dieſe Ablagerungen erſcheinen dann oft auch mergelig, wenn die ſie erzeugenden Flüſſe ihren Urſprung in Kalkgebirgsgegenden haben. Immer aber erſcheinen ſie mehr oder weniger bituminös und in Folge davon auch dunkelrauchgrau oder ſchwärzlich; ja nicht ſelten ſchließen ſie dann auch Neſter und Lager von verkohlten Sumpf- und Bruchlandpflanzen (— Lettenkohlen und Moorkohlen —) ein. Wenn ſolche Flüſſe weit aus dem Binnenlande kommen und dabei einen ſehr trägen, langſamen Lauf haben, ſo ſetzen ſie meiſt ſchon unterwegs innerhalb ihres Flußbettes ihren Sandgehalt ab, ſo daß ſie in dem ſie aufnehmenden Buſen nur mehr oder weniger bituminöſen Thon- oder auch Mergelſchlamm und fein zertheilten

Humus absetzen, in Folge dessen sich in dem Becken des Busens nur schwarzgraue Schieferthone und Mergelschiefer mit dünnen Zwischenlagen von schuppig-blätteriger Kohle bilden, wenn anders nicht das Strandgelände und die Meereswoge noch Sandmassen zur Ausfüllung des Busens liefern. §. 282.

β. Stürzen sich jedoch Flüsse von nahe liegenden Gebirgen in einen solchen Meeresbusen, dann bilden sie — ähnlich wie in einem Binnensee — massig entwickelte, undeutlich geschichtete, in der Regel auch, mit bituminösem Bindemittel versehene und oft mergelige, Conglomerate, Sandsteine, Schieferthone oder Mergelschiefer und oft auch thonige, bituminöse Kalksteine.

Wie eben schon bei den Formationenbildungen des offenen Oceanes angegeben worden ist, so können die einzelnen Glieder derselben nicht bloß über einander, sondern auch neben einander auftreten, wenn man vom Strande aus die einzelnen, in einem und demselben Bildungszeitraume abgelagerten, Massen bis nach der Tiefsee hin verfolgt, so daß dem gemäß eine und dieselbe Etage einer Formation:

am Strande	entfernter vom Strande	näher der Tiefsee	in der Tiefsee selbst
aus Conglomerat	aus Sandstein	aus Schieferthon oder Mergel	aus Kalkstein

bestehen kann, während vielleicht die nächst aufgelagerte Etage derselben Formation

am Strande	entfernter vom Strande	näher der Tiefsee	in der Tiefsee
aus: Schieferthon, Sandstein, Conglomerat	aus: Mergelschiefer, Schieferthon, Sandstein	aus: Kalkstein, Mergelschiefer, Schieferthon	aus: mächtig entwickelten Kalksteinschichten

zusammengesetzt ist.

Noch schärfer tritt die Nebeneinanderlagerung von in einem und demselben Zeitraume gebildeten Ablagerungsmassen in dem Bette eines Flusses hervor. So oft nemlich (wie auch schon früher angegeben worden ist) ein Fluß, vielleicht nach starken Regengüssen, volle Reiß-, Roll- und Schlämmkraft hat, so setzt er in dem Gebiete seines oberen Laufes, wo er die Thäler des Gebirges durcheilt, nur Blöcke und grobes Gerölle, in dem Gebiete seines mittleren Laufes (d. i. in dem Gebirgsvorlande) kleinere Gerölle und groben Sand, in dem Gebiete seines unteren Laufes, in welchem er träg dahinschleicht, feinen Sand und erdigen Schlamm und an der Einmündung in einen See endlich nur noch erdigen Schlamm ab. Das Alles aber thut er, wenn er gerade mit Wasser überfüllt ist, während er dann später, wenn seine Wassermenge geringer geworden und seine

§. 282. Fluthkraft abgenommen hat, vielleicht nur noch Erdschlamm mit sich führt, mittelst dessen er nun zunächst die Gerölle zu Conglomeraten und die Sandablagerungen zu Sandsteinen verkittet und dann weiter aus den noch in ihm vorhandenen Schlammtheilen eine gleichmäßige Schieferthon- oder Mergelmasse über den von ihm geschaffenen Conglomerat- und Sandsteinzonen ausbreitet.

Die im Vorstehenden angegebenen geschichteten Gesteinsmassen, so namentlich die Sandsteine, Schieferthone, Thone, Mergel und Kalksteine, sind das Hauptbildungsmaterial aller Formationen und kehren abwechselnd in allen diesen letzteren von den ältesten bis zu den jüngsten Erdrindebildungen wieder. Nach ihnen allein kann man daher im Allgemeinen nicht den durchgreifenden Unterschied zwischen den einzelnen Formationen bestimmen, obwohl nicht geleugnet werden kann, daß die Ablagerungsmassen einzelner Formationen oder einzelner Etagen in verschiedenen Localitäten doch manche petrographische Eigenthümlichkeiten besitzen, durch welche sie sich von denselben Gesteinsmassen anderer Formationen, Etagen oder Localitäten unterscheiden, wie man aus folgenden Angaben ersehen kann:

I. Die ganzklastischen Conglomerate sind (— wie schon bemerkt —) vorherrschend Strand- oder Litoralgebilde und treten am häufigsten und mächtigsten entwickelt in den Formationen der Grauwacke, des Rothliegenden, des Zechsteins und der Braunkohlen auf. Unter ihnen sehen sich nicht selten die Conglomerate der Grauwacke und des Zechsteines sehr ähnlich, aber jene der Grauwacke haben ein aus geschlämmtem Thonschiefer und Anthracit haltigem Thon bestehendes Bindemittel und enthalten unter ihren Geröllen nur selten oder gar nicht Granittrümmer und niemals Porphyr- oder Melaphyrbruchstücke, während das Conglomerat des Rauliegenden ein bituminöses mergeliges Bindemittel und außer Quarz- und Lydit-Geröllen auch Granit-, Porphyr- und Melaphyrtrümmer besitzt. — Die Nagelfluh endlich ist ausgezeichnet nicht nur durch ihr ockergelbes oder graulichtes mergeliges oder kalkiges Bindemittel, sondern auch durch die Mannichfaltigkeit ihrer vollständig abgerundeten Gerölle von älteren und jüngeren, pyrogenen und hydrogenen Gesteinen.

II. Die Sandsteine sind theils Busen- und Litoralgebilde, theils auch Niederschläge des offenen Meeres. Im ersten Falle lagern sie entweder über oder auch vor den Conglomeraten und haben dann mit diesen eine und dieselbe Bindemittelart gemein. Alles dieses ist hauptsächlich der Fall bei den ältesten und älteren hydrogenen Formationen. Da aber während der Bildungszeit dieser alten Formationen das Wasser das Bildungsmaterial zu den Sandsteinen unmittelbar von den krystallinischen Bausteinen der Erdrinde, so namentlich von Gneiß, Glimmer- und Urthonschiefer, sowie vom Granit, Syenit und Porphyr, erhielt, so besitzen diese Sandsteine neben Quarzkörnern gewöhnlich auch einen kleineren oder größeren Gehalt von Gruskörnern der eben genannten Felsarten, sowie auch von Feldspath, wie man leicht erfährt, wenn man die Masse dieser Sandsteine pulvert und

schlämmt. Dieser Gehalt von Feldspathkörnern und Grus gemengter krystallinischer Felsarten ist darum bezeichnend für die Sandsteine der alten Formationen von der Grauwacke an bis zum Buntsandstein herauf. Aber eben so bezeichnend ist für dieselben ein mehr oder minder großer Gehalt von Eisenglanz- oder Glimmerschüppchen, welche theils die Schichtflächen der Sandsteine überziehen, theils zwischen den Schichten der letzteren mit feinem Sande untermengt selbstständige Lagen (— Sandschiefer —) bilden. — Alles das ist anders bei den Sandsteinen der jüngeren Formationen, welche sich mehr im offenen Meere abgelagert haben. In den Zeiträumen, in welchen sich diese Sandsteine bildeten, waren die aus krystallinischen Felsarten bestehenden Landesgebiete zum größten Theile schon von Landesmassen umgürtet, welche aus hydrogenen geschichteten Gesteinen bestanden. Die aus den Gebirgen des Binnenlandes kommenden Flüsse verloren schon während ihres Laufes durch die Vorlandsmassen ihren Grus und gröberen Sand und führten nur feinen, aus Quarzkörnchen bestehenden, Quell- oder Mehlsand in das Becken des Meeres, dessen Fluth selbst nur die schon aus Sand- oder Kalkstein bestehenden Küsten bestürmte. Durch alles dieses konnten sich nur feine Quarzkörner in Untermengung mit Thon- und Kalkschlamm im Meeresbette absetzen. Darum erscheinen auch die Sandsteine der jüngeren Meeresformationen von der Keuperformation an aufwärts einerseits um so ärmer an Resten gemengter krystallinischer Gesteine und um so reicher an feinen Quarzkörnern und andererseits um so reicher an — vorherrschend mergeligem oder kalkigem — Bindemittel, je jünger die Formation ist, in welcher sie vorkommen. Und wie für die älteren Sandsteine zahlreiche Glimmerschüppchen charakteristisch sind, so erscheinen für diese Gesteine in den jüngeren Formationen (— namentlich für die Kreide- und ältere Braunkohlen- oder Nummulitenformation —) die aus der Zersetzung von Magnesiaglimmer entstandenen Glaukonitkörnchen bezeichnend. — §. 282.

Von den eigentlichen Strandsandsteinen sind indessen wohl die Sandsteine der Busen- und Binnenseeformationen zu unterscheiden, wie sie namentlich in der Steinkohlen-, Zechstein-, Keuper-, Lias- und Braunkohlenformation auftreten. Die in diesen Busen- und Binnenseen auftretenden Sandsteine sind ebenso, wie die sie begleitenden Thon-, Schieferthon-, Mergel- oder Kalkstein-Ablagerungen theils durch Bitumen, theils durch fein zertheilte Kohlenschüppchen schwarzgrau oder schwarz gefärbt, wenn anders Gewässer, welche Pflanzenschutt mit sich führten, in diese Buchten mündeten oder an den seichten, sumpfigen Ufern der letzteren eine üppige Pflanzendecke wucherte, deren verkohlende Reste sich mit den Schlammmassen des Buchten- oder Seewassers vermischten. Dieses geht schon daraus hervor, daß in der Regel zwischen den oben genannten Gesteinsmassen Nester oder Zwischenlager von Kohlen oder auch von Bitumen auftreten.

§. 282. III. Für die Schieferthone gilt im Allgemeinen dasselbe, was über die Sandsteine gesagt worden ist, da sie ja in den meisten Fällen aus dem Schlamme entstanden sind, welcher auch das Bindemittel der Sandsteine bildete. Im Ganzen genommen gilt dieses auch von den Mergeln und ihren Schiefern. Indessen treten bei ihnen doch mancherlei Eigenthümlichkeiten auf, welche für einzelne Formationen bezeichnend sind. So erscheinen dieselben

1) in den Busen- oder Binnenseeformationen meist bituminös und dunkelgrau; dabei
2) in den älteren Formationen (z. B. im Zechstein) thonreich und kalkarm, wahrscheinlich weil ihr Kalkgehalt durch die, aus dem Bitumen sich entwickelnde, Kohlensäure theilweise ausgelaugt wurde; dagegen in den jüngeren Formationen (vom oberen Jura an) kalkreich, bitumenarm und meist hell gefärbt, dabei oft sandhaltig;
3) in den älteren Formationen häufig Eisenkies-haltig oder statt dessen eisenschüssig (ockergelb oder braunroth) und mit Gyps durchzogen (so z. B. in der Zechstein-, Buntsandstein- und Keuperformation); dabei sehr oft magnesiahaltig und dolomitisch.

IV. Die Kalksteine der ältesten Formationen (bis zum Zechstein herauf) sind wohl meist Zersetzungsproducte Kalkerde haltiger krystallinischer Gesteine und aus wässerigen Lösungen entstanden. Sie besitzen daher auch meistens ein (— wenn auch oft nur krypto-) krystallinisches Gefüge und mehr oder weniger Magnesia und Eisenoxydul. Treten sie in tief einschneidenden Kohlenbuchten auf, so erscheinen sie dunkelrauchgrau. Anders ist es bei den Kalksteinen der jüngeren und jüngsten Formationen. An ihrer Bildung half wohl auch noch gelöster doppelt kohlensaurer Kalk mit, sowie ihn einerseits die aus Kalksteinlandsgebieten kommenden Flüsse in das Meeresbecken flutheten und andererseits die durch Kohlensäure haltiges Wasser gelösten Körperreste von Korallen und Conchylien lieferten, aber noch vielmehr wurde er producirt durch Kalkschlamm und Kalkpulversand, sowie ihn die Meereswoge theils aus der Zertrümmerung der aus Kalkstein bestehender Gestade, theils aus der vollständigen Zerreibung von Korallenbänken und Conchylien aller Art präparirte. Daher kommt es auch, daß der Kalkstein der jüngeren Strandformationen entweder ganz dicht ist und einen glatten muscheligen Bruch hat, oder in seiner dichten Grundmasse krystallinische Splitter und einen unebenen, splitterigen Bruch zeigt oder auch in seiner ganzen Masse aus Bruchstücken oder auch vollständigen Exemplaren von Conchylien und Radiaten, seltener von Korallen besteht, während der Kalkstein der jüngeren Tiefseeformationen fast in seiner ganzen Masse theils aus zermalmten und pulverisirten Conchylien- und Korallenresten, theils aus einem Aggregate von vollständigen Körperschalen mikroskopisch kleiner Mollusken, Foraminiferen, Numulinen, Rotalien, Loculinen ꝛc. besteht, ein erdig dichtes Gefüge, einen abfärbenden Bruch und eine weißliche Farbe besitzt und nur sehr wenig Sand- und

Thonbeimengungen enthält, wodurch er sich wieder von den Kalksteinbildungen der tertiären Binnenseen und auch mancher Kreidebecken unterscheidet. — Von ganz anderer Art endlich sind die Kalksteine, welche durch Quellen und Fließwasser, die gelösten Kalk enthalten, in den flachen Binnenseen und Strombuchten der quartären Formationen gebildet wurden. Sie sind vorherrschend tuffartig, theils sandigkörnig, theils röhrig und zellig, theils auch porös erdig und oft ganz frei von quarzsandigen und thonigen Beimengungen.

Wenn in einem dünnschlammigen Kalkbrei Sandkörner liegen und es befindet sich in diesem Brei gelöster doppelt-kohlensaurer Kalk, so setzt sich derselbe um die Sandkörner herum ab, so daß Rogenkörner entstehen, welche nun der Kalkbrei bei seiner Erhärtung zusammenkittet.

V. Die Dolomite endlich sind in den älteren Formationen bis zum Zechstein hin meist mit kohlensaurem Kalk und auch Eisenspath untermengt und nicht selten auch bituminös, daher mannichfach gefleckt, geadert und gewöhnlich dunkel gefärbt, dabei sehr oft zellig, lückig und stark porös, eine Erscheinung, welche durch die Auslaugung des ihnen beigemengten kohlensauren Kalkes oder Eisenspathes hervorgebracht wird. In den Formationen der Trias ist er weit freier von Kalk- und Eisenspathbeimengungen, daher auch weniger zellig und zerrissen, dabei oft sandsteinähnlich, aber in der oberen Juraformation erscheint er meist sehr krystallinisch ausgebildet, so daß er oft zuckerähnlich aussieht.

Verschiedenartigkeit der Formationen nach Massen und Lagerorten. — Alles eben Mitgetheilte zeigt wohl zur Genüge, §. 283.

1) daß die Bestandesmassen der verschiedenen, auf einander lagernden, Formationen der Erdrinde zwar im Allgemeinen immer nur aus den im Vorstehenden angegebenen, geschichteten, Gesteinsarten bestehen, aber im Besonderen doch auch wieder mancherlei Abweichungen von einander bemerken lassen je nach den Muttergesteinen, welche das Material zu ihrer Bildung lieferten, je nach den Gewässern, welche dieses Material transportirten, und je nach den Orten, wo sie dasselbe absetzten;

2) daß in einer und derselben Etage von einer und derselben Formation das Bildungsmaterial der in einer und derselben Ablagerungsebene neben einander befindlichen Schichtmassen verschieden sein kann je nach dem Orte seiner Ablagerung, daß also z. B. eine solche Schichtzone nach dem Rande ihres Ablagerungsgebietes aus Süßwassergebilden, dann nach dem offenen Meeresbecken hin zunächst vor dem Strande aus Meerstrandgebilden und weiter nach der Tiefsee hin aus eigentlichen Meeresgebilden bestehen kann;

3) daß aber auch in einer und derselben Formation von den verschiedenen über einander liegenden Etagen die untersten Schichten aus eigentlichen Meeresgebilden, die mittleren aus Strandgebilden und die obersten aus Sumpf- oder Brackwassergebilden bestehen können;

4) ja daß auf Brackwassergebilde wahre Meeresgebilde in einer und derselben Formation folgen können, wenn Erderschütterungen die Schranke

zwiſchen Haffs oder Binnenſeen und dem offenen Meere wegreißen und den Grund und Boden dieſer Waſſerbecken ſo in die Tiefe verſenken, daß der Ocean vollen Beſitz von denſelben nehmen kann.

Man hat nun alle diejenigen Formationen, welche ihren Beſtandesmaſſen und ihren Organismenreſten nach als Producte der Tiefſee oder des offenen Oceans angeſehen werden müſſen, pelagiſche, oceaniſche oder maritime Formationen, ferner diejenigen, welche ihren petrographiſchen, wie paläontologiſchen Eigenſchaften nach als Strandgebilde daſtehen, litorale oder Strandformationen, dagegen die in tief einſchneidenden, von Flüſſen des Landes geſpeiſten, Meeresbuſen oder Haffs entſtandenen, Brackwaſſerformationen, dann die im Binnengebiete von Flüſſen gebildeten, fluviatile und endlich die in den Becken von Binnenſeen vorkommenden, limniſche Formationen genannt. Hierbei iſt indeſſen zu bemerken, daß eine fluviatile Formation ſeitlich in eine limniſche oder auch in eine Brackwaſſer- und durch dieſe auch in eine litorale und ſogar pelagiſche Formation übergehen kann, wie man z. B. theilweiſe bei der Wealden- und auch Steinkohlenformation hie und da beobachtet hat.

284. **Räumliche Ausbreitung der einzelnen Formationen.** — Da alle geſchichteten Formationen unter dem Einfluſſe des Waſſers entſtanden ſind, ſo müſſen ſie natürlicherweiſe auch da auf der Erdoberfläche die mächtigſte und ſeitlich ausgedehnteſte Entwickelung erhalten haben, wo das Waſſer einerſeits in weiteſtem Umfange vorhanden war und dabei andererſeits die meiſten Mineralbildungsſtoffe enthielt. Alles dieſes fand nun ſtatt in den älteſten Bildungsperioden der Erdrinde; es müſſen demnach auch die in dieſen Zeiträumen entſtandenen Formationen die horizontal weiteſte und zuſammenhängendſte Ausdehnung in der Erdrinde beſitzen, wenn anders ſie nur oder doch vorherrſchend aus Mineralſubſtanzen gebildet wurden; enthalten ſie freilich Ablagerungen von Kohlen, ſo mußte ſich ihre Verbreitung mehr auf die Buſen am Strande des Meeres oder auf Binnenſeen beſchränken, da die Landesumgebung dieſer letzteren allein die ihnen zur Bildung ihrer Kohlenflöze gehörigen Pflanzenmaſſen liefern konnte. — Je umfangreicher die Landesmaſſen und je beengter das Meeresbecken in den nach einander folgenden Bildungszeiten wurden, um ſo kleiner wurde auch der Bildungsraum der ſich in den ſpäter nach einander folgenden Bildungsperioden entwickelnden Formationen. Dazu kam nun auch noch, daß das Bildungsmaterial in denjenigen Bildungsperioden, in welchen die Meeresfluth noch den größten Raum der Erdoberfläche bedeckte und alle die Landbildungstheile, welche ſie von den allſeitig umſpülten Landesinſeln erhielt, gleichmäßiger miſchen und vertheilen konnte, gleichartiger in jeder einzelnen Formationsſchichte war, als in den ſpäteren Zeiträumen, in welchen das Meer durch große Landesmaſſen in einzelne Theilmeere zertrennt wurde, ſo daß ſich in einer und derſelben Zeit in den verſchiedenen Theilmeeren mineraliſch ganz verſchiedene Schichtmaſſen abſetzen konnten, welche man oft nicht für Glieder einer und derſelben Schichtzone würde halten können, wenn ſie nicht ein und dieſelben Arten von Petrefacten umſchließen.

Solche petrographisch ganz unähnliche, aber durch ihre gleichartigen Petrefacten zu einer und derselben Formation gehörigen, Schichtmassen nennt man geognostische Aequivalente oder Parallelformationen.

Die Folge von allen den eben angegebenen Bildungsverhältnissen ist demnach:

1) daß eine Formation eine um so weitere Ausbreitung in der Erdrinde hat, je älter sie in der Reihenfolge der Formationen ist;

2) daß die in tief einschneidenden Meeresbuchten und Binnenseen gebildeten Formationen immer nur inselartig auftreten;

3) daß eine Formation in verschiedenen Gebieten ihres Auftretens petrographisch um so verschiedenartigere Schichtmassen zeigt, je jünger sie ist, so daß es vorkommt, daß z. B. in der Formation 1 die Schichtenzone A in einem Erdgebiete aus Kalkstein und in dem anderen aus Sandstein besteht.

Störungen in der Entwickelung der Formationenreihe. — Wäre §. 285. in allen nach einander folgenden Perioden der Erdrinde-Entwickelung an irgend einer Stelle der Erdoberfläche stets die Masse des Oceanes sich gleich geblieben, und hätten sich in dieser Meeresmasse ungestört alle nach einander folgenden Formationen entwickeln können, so müßte an dieser Stelle eine vollständig entwickelte Reihe derjenigen Formationen, aus denen die ganze Erdrinde von ihrer ersten bis zu ihrer letzten Ablagerung aufgebaut ist, vorhanden sein. Dieses ist aber nirgends auf der Erde aus folgenden Gründen der Fall.

Während der verschiedenen Perioden der Erdrindebildung wechselten häufig die Bildungsräume, so daß oft das in der einen Periode emporgehobene und trocken gelegte Land in der nächsten Periode wieder in die Tiefe des Wassers versenkt wurde und umgekehrt das in der einen Periode noch unter dem Spiegel des Meeres liegende Sediment in der nächst folgenden Periode als eine Insel aus dem Meere hervortrat, die in einer der späteren Bildungsperioden vielleicht nochmals in die Tiefe des Meeres zurücksank. Die nächste Folge von diesem wechselnden Zustande eines und desselben Bildungsraumes mußte nothwendig sein, daß sich in demselben nicht alle in den auf einander folgenden Bildungszeiten absetzenden Sedimente bilden konnten, sondern Lücken entweder in der allgemeinen Reihenfolge oder zwischen je drei auf einander folgenden Formationen zeigen mußten.

Es sind in dieser Beziehung überhaupt folgende Fälle denkbar:

1) Ein Bildungsraum blieb viele Bildungsperioden hindurch unter dem Meere: alsdann konnte sich auf ihm auch eine große Reihe von Sedimenten in ununterbrochener Folge durch verschiedene Perioden hindurch bilden. Ein solcher Bildungsraum wird die Reihe der über einander lagernden Formationen am vollständigsten entwickelt zeigen, vorausgesetzt, daß das Meer stets hinlängliches Bildungsmaterial besaß.

2) Ein Bildungsraum wurde schon frühzeitig aus dem Meere emporgehoben und blieb dann auch stets über dem Meere: alsdann besteht er nur aus den älteren Sedimenten oder Formationen.

3) Ein Bildungsraum wurde zeitweiſe über den Meeresſpiegel emporgehoben, blieb vielleicht mehrere Bildungsperioden hindurch über demſelben und ſank dann wieder in die Tiefe des Meeres, um ſpäter nochmals emporgehoben zu werden: in dieſem Falle wird er die Ablagerungsmaſſen, welche ſich während ſeines Emporgehobenſeins im Meeresgrunde bildeten, nicht beſitzen und auf dieſe Weiſe Lücken in der Reihenfolge der Formationen zeigen. — Ein Beiſpiel möge dieſe Thatſache erläutern. Es beſtehe die Reihenfolge der in den verſchiedenen, auf einander folgenden Bildungsperioden entſtandenen Formationen aus den Ablagerungsmaſſen A. B. C. D. E. F. G. H. Ein Stück Land ſei am Ende der 2. Periode emporgehoben worden, ſo würde daſſelbe die Formationen A. und B. beſitzen. Daſſelbe ſei nun auch bis zum Ende der 6. Periode über dem Waſſer geblieben, dann aber wieder untergeſunken und erſt am Ende der 7. Periode von Neuem emporgehoben worden, ſo würde daſſelbe über A. und B. die Formation G. zeigen, dagegen die Formationen C. D. E. F. und H. nicht beſitzen, weil es in den Perioden, in denen ſich dieſe Ablagerungen bildeten, nicht unter dem Spiegel des Meeres lag.

§. 286. **Die Organismenreſte in den geſchichteten Formationen.** — Die innerhalb einer Bildungsperiode in einem und demſelben Bildungsraume vor ſich gehenden Ablagerungen fanden nur ganz allmählich ſtatt, ſo daß ſehr lange Zeiträume vergingen, ehe ſich das zu einer einzigen Ablagerung gehörige Material aus dem Waſſer vollſtändig niedergeſetzt hatte. Dieſes gilt ganz vorzüglich von den im Waſſer feingeſchlämmten und noch mehr von den in ihm vollſtändig gelöſten Mineralſubſtanzen, welche ſich nicht eher aus dem Waſſer abſcheiden, als bis daſſelbe zur vollſtändigen Ruhe gekommen iſt und zu verdunſten beginnt.

In den älteſten Bildungsperioden der Erdrinde mochten allerdings dieſe Mineralabſcheidungen ſtärker und raſcher vor ſich gehen, als gegenwärtig, weil in jenen Perioden das heiße Erdinnere den Bildungsräumen an der Erdoberfläche ſo nahe lag, daß das Waſſer auf der letzteren raſcher verdunſten konnte, auch die erdbedeckende Meeresmaſſe noch nicht ſo tief war und dabei eine weit umfangreichere, allen Luftſtrömungen zugänglichere, Verdunſtungsfläche beſaß, als es gegenwärtig der Fall iſt. In den ſpäteren Bildungsperioden aber mußte ſich die Verdunſtungsſchnelligkeit und die Sedimentbildungsweiſe um ſo mehr den noch in der Gegenwart ſtattfindenden Verhältniſſen nähern, je dicker die Erdrinde, je umfangreicher und gebirgiger die Maſſe des Landes, je dunſtfreier die Atmoſphäre und je tiefer und eingeengter die Maſſe des Meeres wurde.

Während der Zeit, in welcher ſich die im Waſſer befindlichen Mineralſubſtanzen langſam und allmählich niederſchlugen, bildete die in dem unmittelbar vorhergehenden Zeitraume niedergeſchlagene Sedimentmaſſe die zeitweilige Erdoberfläche und den Tummelplatz für die gerade in dieſer Periode entſtehende und ſich entwickelnde Organismenwelt.

1) Je langsamer sich nun das Material zu dem neuen Niederschlage §. 286.
absetzte, um so ungehinderter und reichlicher konnte sich auch die gerade existirende Organismenwelt entfalten. Darin liegt wohl auch der Grund, warum die Kalkformationen (welche sich nach dem Obigen stets langsamer entwickelten, als die mechanischen, aus Thon und Sand bestehenden, Sedimente) im Allgemeinen immer reicher an Thierresten sind, als die Sandsteinformationen. — Es ist wohl ein Irrthum, wenn man in allen Fällen annimmt, daß die während einer Bildungsperiode existirende Schöpfung von Organismen durch Verschüttung zu Grunde gegangen sei; vielmehr scheint es zweifellos, daß es ehedem ebenso gewesen, wie es jetzt noch ist, und daß dem gemäß diejenigen Organismenreste, welche man gegenwärtig petrificirt findet, nichts weiter sind als die Körperreste der im natürlichen Gange der Dinge gestorbenen Thiere, welche sich beim Herannahen des Todes ihr Grab selbst gruben und in den Schlamm auf dem Grunde der Gewässer einwühlten. Von hier aus wurden sie dann wohl oft durch die aufgeregte Meereswoge aufgewühlt und haufenweise an die Gestade geworfen.

2) Abgesehen von der Länge der Zeit, in welcher sich Niederschläge bildeten, hatte die Art des Materiales in einem Gewässer den größten Einfluß auf die Entwickelung der Organismenschöpfung in jeder Bildungsperiode. Wie noch gegenwärtig im Allgemeinen einerseits die Mollusken, Strahlthiere und Polypen und andererseits die Algen, Hippurideen und andere Wassergewächse in einem, gelöste Kalksalze und Kieselsäure haltigen, Gewässer, dagegen die Reptilien in einem Wasser mit schlammigem Grunde, die Fische in Gewässern mit kiesigem Boden am liebsten leben und am besten gedeihen, so mag es auch in den früheren Zeiten gewesen sein. Darin liegt der Grund, warum man vorherrschend die Ueberreste der erstgenannten Thiere und Algen, namentlich in den Kalkformationen, dagegen die Reste der Reptilien und Moor- oder Sumpfpflanzen in den Schieferthonen und die Fische in den zarten, feinen Sandsteinen und mergeligen Schiefern bemerkt. Findet man sie aber nun nicht in diesen Gebilden, so darf man wohl annehmen, daß sie entweder auf ihren Zügen in Bildungsräume geriethen, welche andere für ihr Gedeihen ungünstige Substanzen enthielten, und eben deshalb in denselben zu Grunde gingen, oder durch Wasserfluthen erst nach ihrem Tode dahin gewälzt wurden. Dies Letztere möchte z. B. der Fall sein mit den zahllosen, — in Kalk versteinten, — Muscheln und Schnecken, welche man in manchen Sandsteinstraten vorfindet. In der Regel zeigen dann die Ueberreste dieser Thiere keine natürliche Lage und erscheinen mannichfach zerdrückt, gekrümmt oder abgenutzt.

3) Endlich ist aber auch nicht zu übersehen, daß das süße Wasser der Binnenseen und Flüsse andere Organismen ernährt, als die Salzfluth des Meeres, und daß in den Strandgegenden dieses letzteren wieder andere Thiere leben, als in den Tiefen der hohen See. Findet man nun in einer

Ablagerungsmasse Reste von Thieren, welche in Süßwassern leben, so wird man diese Gesteinsablagerung für ein Süßwassergebilde halten müssen; bemerkt man dagegen in einer und derselben Schichtmasse Süß- und Salzwasserthiere zugleich und bunt durch einander, so wird man daraus schließen müssen, entweder daß die Flüsse ihre Bewohner ins Meer gefluthet haben oder daß da, wo man dieses Gemisch von Thieren findet, früher ein Meerbusen war, welcher ähnlich einem Haffe Süß- und Salzwasser zugleich empfing und in welchen Flüsse mündeten. Beobachtet man endlich über einander lagernde Schichtmassen, welche abwechselnd in der einen Schichte Süßwasserthiere und in der darauf folgenden wieder Meeresthiere einschließen, so ist man genöthigt, anzunehmen, daß der betreffende Bildungsraum in einer und derselben Bildungsperiode abwechselnd vom Meere überfluthet gewesen ist.

§. 287. **Verschiedenheit der Organismenreste in den verschiedenen Formationen.** — a. Abhängigkeit der Organismen-Existenz von ihrem Körperbau. — Der Körper einer jeden Thier- und Pflanzenspecies bildet einen Complex von Organen, welche bei normaler Entwickelung desselben in ihrer Art, Gestaltung und gegenseitigen Verbindung genau den Lebensverhältnissen des sie besitzenden Organismus angemessen sind, so daß dieser letztere ganz zu Grunde gehen muß, sobald die ihm zuträglichen Lebensverhältnisse sich ändern, wenn anders sein organischer Bau nicht so ausbildbar ist, daß er sich den neuen Lebensverhältnissen anschmiegen oder ihnen gemäß umwandeln kann. Je einfacher nun der Körperbau eines Organismus ist, je weniger er innere Organenarten für die verschiedenen Thätigkeiten seines Lebens hat, je mehr und je verschiedenartigere Geschäfte also jedes einzelne dieser Organe in dem Kreise der Lebensthätigkeiten eines Organismus auszuführen hat und auch unbeschadet seines normalen Gesundheitszustandes auszuführen vermag, um so leichter kann sich dieser letztere verschiedenartigen Lebensverhältnissen anfügen, um so mehr ist sein Bestehen gesichert, auch wenn sich die ihm eigentlich zustehenden, äußeren Lebensbedingungen gänzlich, — aber allmählich, — ändern. Je gegliederter dagegen der Körper eines Organismus ist, je mehr er also Organe für jede einzelne Lebensthätigkeit besitzt, um so empfindlicher ist jedes dieser Organe gegen irgend eine Veränderung der für sein Wohlbefinden nothwendigen äußeren Lebensbedingungen, zumal wenn dieselben sich so schnell ändern, daß die zunächst betroffenen Organe unvorbereitet für diesen schnellen Wechsel sind. Das Thier ist indessen in dieser Beziehung immer noch besser daran als die Pflanze; denn das erstere kann in den meisten Fällen die für sein Wohlbefinden ungünstige Umgebung verlassen und eine ihm günstigere aufsuchen, die Pflanze aber muß an dem ihr von Geburt an zugewiesenen Platze ihr Leben hindurch verweilen.

1) In diesen Verhältnissen liegt der Grund, warum die sogenannten niederen Thierklassen, d. h. die ungegliederten Thiere noch gegenwärtig im Allgemeinen einen weit größeren Verbreitungsbezirk auf der Erde haben, als die höheren Thierklassen, d. i. die gegliederten

Thiere. Ein Beispiel möge dies bestätigen: Die Infusorien, Polypen, Strahlthiere und Quallen zeigen an ihrem Körper eigentlich weiter nichts als eine Oeffnung, durch welche sie ihre Nahrung aufnehmen, und einen Darm oder Magen, mittelst dessen sie alle übrigen Lebensverrichtungen vollziehen; sie haben also unter allen Thieren den — wenigstens scheinbar — möglichst einfachen inneren Körperbau; sie aber haben auch nicht nur den möglichst weiten Verbreitungsbezirk für ihre einzelnen Arten, sondern auch die längste Dauer ihrer Gattungen und Familien durch die verschiedenen Bildungsperioden der Erdrinde. Denn dieselben Formen der Polypen, welche wir in den älteren Formationen der Erdrinde antreffen, finden wir noch jetzt; ja dieselben Foraminiferen, Globigerinen, Textilarien, Biloculinen und Coccolithen, welche schon die Ablagerungen der Kreide erzeugten, kommen noch gegenwärtig im Schlamme der Tiefsee vor. Anders schon gestalten sich diese Verhältnisse bei den Mollusken, welche die oberste Klasse der ungegliederten Thiere bilden. Diese, welche in ihrem Innern nicht bloß einen Magen und Darm, sondern auch schon Athmungsorgane und Nerven besitzen, zeigen nicht nur einen beschränkteren Verbreitungsraum ihrer einzelnen Arten, sondern auch eine weit beschränktere geologische Dauer ihrer einzelnen Gattungen und Familien; ja die oberste, am meisten innerlich ausgebildete, Familie dieser Thierklasse, welche die Kopffüßler (Cephalopoden) umfaßt, besitzt den engsten Verbreitungskreis und hat in jeder Bildungsperiode der Erdrinde andere Gattungen und Arten. Noch viel schroffer treten diese Verhältnisse bei den gegliederten Thieren auf. §. 287.

2) Aber eben in den oben genannten Verhältnissen liegt auch der Grund, warum die Geschöpfe, welche in der Tiefe des Meeres leben, einen größeren Verbreitungsbezirk haben, als die des Landes. In den Tiefen des Meeres bleiben sich nämlich nicht nur die Nahrungssubstanzen, sondern auch die klimatischen Verhältnisse über den ganzen Erdraum ziemlich gleich; es können darum die in solchen Tiefen lebenden Thiere auch überall auf der Erde ihre Lebensbedürfnisse befriedigen.

b. Abhängigkeit der Organismen-Verbreitung von äußeren Lebensbedingungen. — Unter den allgemeinen äußeren Bedingungen, von denen das Bestehen und die Verbreitung der Organismen, namentlich der Thiere auf der Erde abhängt, stehen obenan: die Beschaffenheit des Wohnsitzes, die Nahrung, das Sonnenlicht und das Klima. Aendern sich unter diesen Lebenspotenzen die Nahrungsmittel und klimatischen Verhältnisse ganz allmählich, so können — wenigstens viele — Thiere noch fortbestehen, sei es mit derselben Körpergestalt, die sie einmal besitzen, oder auch mit allmählich sich ändernden, inneren und äußeren Organen; ändern sich aber diese beiden Bedingungen — sei es beide zugleich oder eine nach der andern oder auch eine allein — plötzlich und gänzlich, dann müssen die gerade existirenden Thiere zu Grunde gehn. Anders aber ist es mit der nächsten Umgebung oder mit dem

§ [illegible]

[illegible]

[illegible]

[

Mittelmeeres und des ihm so nahe liegenden rothen Meeres oder auch des caraïbischen und des, nur durch die schmale Landenge von Panama von ihm getrennten, großen Oceanes hervor. Indessen kann man dieses Verhältniß auch innerhalb der Festländer an einem und demselben Berge (z. B. am Nord- und Südabhange oder in verschiedenen Höhen desselben) bemerken. §. 287.

d. In dieser Weise kann es nun auch vorkommen, daß in einem jüngst erst in der Aequatorialzone aus dem Meere hervorgetauchten Landesgebiete sich dieselben Organismenfamilien (— namentlich Pflanzen —) entwickeln, welche vor vielen Jahrtausenden in einem anderen Landesgebiete lebten, als in diesem letzteren noch dieselben Verhältnisse walteten, wie sie gegenwärtig noch in dem bezeichneten Aequatorialgebiete herrschen. Und ebenso können in der Tiefe des offenen Oceans Organismenfamilien, welche ihrem ganzen Habitus nach weit älteren Entwickelungsperioden der Erdrinde (— z. B. der Kreideformation —) angehören, noch da sich entwickeln, wo die Tiefsee noch dieselben Lebensbedingungen bietet, wie sie eben in den älteren Entwickelungsperioden herrschten.

e. Wenn sich die Natur eines Ortes A so ändert, daß sie der eines anderen Ortes B gleich wird, so können dann auch an diesem Orte A dieselben Organismen vorkommen, wie am Orte B, vorausgesetzt, daß der Grund und Boden beider Orte gleichartig ist. In diesem Falle kann aber auch die Entwickelung der sich bildenden Organismen theils eine zurückgehende, theils eine vorwärtsschreitende sein. Ist sie eine zurückgehende der schon vorhandenen Organismen, dann gehen diese letzteren allmählich zu Grunde; wenn aber die schon vorhandenen Organismen bei ihrer Umwandlung in der Entwickelung vorwärtsschreiten, dann bilden sie neue Arten.

f. Ueberhaupt können an jedem Orte, welcher seine Natur ändert, viererlei Organismen vorkommen:

1) zurückgehende und aussterbende;
2) bleibende und sich den neuen Lebensverhältnissen anschmiegende und dabei ihre Gestalt nicht verändernde;
3) ihren Körper umändernde und neue Arten bildende;
4) ganz neu hinzutretende, mit früher vorhandenen gar nicht verwandte, Arten.

g. Hiernach wird man also auch in einem bestimmten Entwickelungszeitalter der Erde stets dreierlei Organismen bemerken, nemlich:

1) solche, welche schon in einem früheren Zeitalter vorkamen und jetzt im Erlöschen sind; ihre Körperreste finden sich vorherrschend in den älteren Ablagerungsmassen dieses Zeitalters;
2) solche, welche zwar schon in einem früheren Zeitalter entstanden, aber erst in dem neuen Zeitalter ihre volle Entwickelung erhalten haben; sie finden sich in allen Ablagerungen — und am stärksten — dieses Zeitalters;
3) [illegible] dem neuen Zeitalter entstanden sind; sie

§. 287. finden ſich namentlich in den mittleren und am meiſten in den jüngſten oder oberſten Ablagerungen deſſelben.

h. Aber eben dieſer Erfahrung gemäß wird keins der nach einander folgenden Entwickelungszeitalter eine ganz und gar nur allein ihm eigenthümliche Organismenwelt beſitzen, ſondern es wird ſich eine von den älteſten Zeiten bis zur Gegenwart allmählich vorwärtsſchreitende Entwickelungsreihe der Organismenarten geltend machen, in Folge deren auch keine der in jedem Zeitalter vorhandenen Formationen ſcharf von anderen ihr vorausgegangenen oder ihr nachfolgenden Formationen durch die Geſammtzahl ihrer Organismenreſte unterſchieden iſt.

i. Damit iſt nun aber keineswegs geſagt, daß nicht einzelne Organismengeſchlechter oder auch nur Arten derſelben in jedem der einzelnen Zeitalter vorkommen können, welche vor ihrem Entwickelungszeitalter nicht exiſtiren und nach demſelben auch nicht weiter beſtehen konnten. Dieſe nur in beſtimmten Formationen vorkommenden Organismenarten ſind allerdings bezeichnend für ihre Wohnſitze.

Wenn man nun alle die eben ausgeſprochenen und aus den, noch in der Gegenwart auf der Erde beſtehenden, Lebensverhältniſſen entlehnten Erfahrungsſätze auf die, von der älteſten bis zur neueſten Zeit ſtattgefundenen, Entwickelungsperioden der Erdrinde und die, während jeder derſelben hervorgetretenen, Organismenwelt anwendet, ſo gelangt man zu folgenden Schlüſſen über die allmählich und nach einander auftretenden Organismen, ſowie über die Vertheilung derſelben in den verſchiedenen geognoſtiſchen Formationen der Erdrinde:

1) In den älteſten Zeiten der Erdrindebildung, wo ein mit gelöſten (oder auch geſchlämmten) Mineralſubſtanzen erfüllter, durch die Nähe des heißen Erdinnern ſtark verdunſtender, reichliche Niederſchlage bildender, Ocean den Erdkörper mehr oder weniger ganz bedeckte, wo nur hie und da einige Vulcaneninſeln aus dem Meeresniveau hervorragten, wo eine ſchwüle, dunſtreiche, das Sonnenlicht nicht durchlaſſende, Atmoſphäre über Land und Meer ſchwebte, — waren die Lebensverhältniſſe ganz anders, als in den ſpäteren Zeiten: es mußten deshalb damals auch ganz andere Thierformen exiſtiren, als ſpäter und jetzt.

2) Je mehr ſich das Feſte vom Flüſſigen ſchied; je mächtiger und je breiter die Landesmaſſen, welche aus dem Meere hervortraten, und je enger die Grenzen des Oceans wurden: um ſo mehr ordneten ſich die klimatiſchen Verhältniſſe, um ſo mehr ſchieden ſich die Zonen und Regionen, um ſo verſchiedenartiger wurden die Medien, in denen die Thier- und Pflanzenwelt ſich entwickelte, — um ſo gegliederter und verſchiedenartiger wurde aber auch die Organismenwelt und um ſo ähnlicher der jetzt noch exiſtirenden Schöpfung.

3) Was nun insbeſondere die Organismen, namentlich die Thiere einer und derſelben Bildungsperiode der Erdrinde betrifft, ſo es derſelben je nach ihren Anſprüchen an die Lebenspotenzen

a. Die einen waren so empfindlich, daß schon die geringste Aenderung des Mediums, in welchem sie lebten, sie tödtete. Diese haben nur in bestimmten Zeitabschnitten ihrer Bildungsperiode gelebt, z. B.:

> Es soll im Beginne einer Bildungsperiode (vielleicht im ersten Jahrtausend derselben) eine Thiergattung A leben, welche nur in einem, gelösten Kalk haltigen, aber von allen Thontheilen freien, Wasser existiren kann, so wird diese Thiergattung, sowie ihr Aufenthaltsort etwas schlammig wird, absterben, und eine andere Thiergattung B, welche gerade solches, etwas Schlamm haltiges, Wasser liebt, zum Vorschein kommen. Ist diese Gattung nun ebenfalls empfindlich, so wird sie, wenn das Wasser entweder zu schlammig oder anderseits von ihrem Schlamm befreit wird, ebenfalls absterben.

Die Ueberreste solcher empfindlichen Thiere sind es nun, welche wir noch gegenwärtig nur in einzelnen Schichten der sämmtlichen Sedimente von einer und derselben Bildungsperiode (d. i. einer bestimmten Formation) vorfinden. Diese Thiere sind also bezeichnend für die einzelnen Schichtmassen einer Formation.

b. Die anderen dieser Geschöpfe waren weniger empfindlich gegen eine allmähliche Aenderung ihres Mediums, als gegen eine Veränderung der klimatischen Verhältnisse. Diese lebten durch alle Zeitabschnitte einer Bildungsperiode hindurch und sind es namentlich, deren Reste wir in den sämmtlichen Sedimentmassen einer einzelnen Formation vorfinden: sie sind also eben so bezeichnend für eine ganze bestimmte Formation, wie jene ersten für ein einzelnes Sediment dieser Formation.

c. Die dritten endlich waren am unempfindlichsten; sie gingen nur zu Grunde, wenn sich ihr Medium und zugleich auch die klimatischen Verhältnisse änderten. Diese lebten durch mehrere unmittelbar auf einander folgende Bildungsperioden hindurch und sind es, deren Reste man in sämmtlichen, zu einer Gruppe gehörigen, Formationen findet.

Verbindung der Formationen zu Gruppen und der Gruppen in Entwickelungszeitalter je nach ihren Bildungsmassen und den in ihnen vorkommenden Organismenresten. — Jede Formation besteht (nach §. 281) aus mehreren, in einer bestimmten, unabänderlichen, Reihenfolge über einander lagernden, Gesteinsschichten, welche zwar in verschiedenen, gleichalterigen, Bildungsräumen von verschiedener petrographischer Beschaffenheit sein können, aber in ihren Hauptablagerungsorten doch einzelne Gesteinsablagerungen zeigen, welche ihren petrographischen Eigenschaften nach bezeichnend für die einzelnen Formationen sein können, weshalb man sie auch namentlich früher, als man noch nicht so genau, wie gegenwärtig die [illegible] Verhältnisse kannte, zur näheren Benenni[illegible]onen gebrauchte. Die Benennungen: §. 288.

§. 287. **Medium, in welchem ein Organismus lebt: Jede durchgreifende Aenderung deſſelben führt den Untergang ſeines Bewohners herbei, wenn derſelbe nicht auswandern kann.**

Auf dieſe letztgenannte Lebensbedingung ſtützt ſich ja ſchon die Eintheilung der Organismen in Land- und Waſſerorganismen, in Süßwaſſer- und Salzwaſſer-, in Sumpf- und See-, in Hochgebirgs- und Tieflandsbewohner u. ſ. w.

Mit Beziehung auf dieſe eben genannten allgemeinen Lebensbedingungen, von denen das Beſtehen und Wohlbefinden irgend eines Organismus abhängt, laſſen ſich nun überhaupt folgende Erfahrungsſätze feſtſtellen.

a. Jeder Organismus hat beſtimmte Lebensbedingungen und wird nur dann in ſeiner normalen Entwickelung exiſtiren können, wenn er dieſelben alle
   1) in dem **Maße und in der Menge**, wie er ſie zur Erhaltung ſeines vollſtändig entwickelten Körpers und zum Wohlbefinden ſeines ganzen Lebens braucht;
   2) zur **rechten Zeit**, wie er ſie während der einzelnen Entwickelungsſtadien ſeiner einzelnen Körperorgane nöthig hat;
   3) an dem **Orte**, an welchem er entſteht und ſich während ſeines ganzen Lebens aufhält, erhält.

   Aendern ſich dieſe Lebensbedingungen, namentlich Nahrung, Lichtſtärke und Klima, ganz allmählich, ſo wird der Organismus, wenn ſein Körperbau einfach und bildſam iſt, fortbeſtehen, aber ſeine Körperbildung den veränderten Lebensverhältniſſen angemeſſen allmählich ſo umwandeln, daß zuletzt aus ihm eine, in Körperform und Lebensweiſe veränderte, neue Art dieſes Organismus entſteht; iſt aber ſein Körperbau möglichſt organenreich und nur für die ihm dargebotenen Lebensverhältniſſe beſtimmt, dann verkümmert er und geht allmählich oder auch augenblicklich zu Grunde. Am ſtärkſten treten dieſe Verhältniſſe hervor, wenn die phyſiſche und chemiſche Beſchaffenheit des Wohnortes eines Organismus ſich gänzlich umwandeln. Alles das bemerkt man ſchon, wie oben bemerkt, bei den thieriſchen Bewohnern des Meeres, aber noch auffallender bei den Pflanzen.

b. Zwei Organismen-Arten von verſchiedenem Körperbau, welche **gleiche** Lebensbedingungen haben, können zuſammen exiſtiren **in derſelben Zeit**, welche ihnen alle nöthigen Lebensagentien bietet, **und an demſelben Orte**, welcher ihre Lebensbedürfniſſe befriedigt. Aendern ſich aber an dieſem Orte die Lebensverhältniſſe, ſo wird der einfachere oder genügſamere dieſer beiden Organismen, wie er iſt oder mit veränderter Körpergeſtalt fort exiſtiren, der feiner organiſirte oder ungenügſamere aber zu Grunde gehen, wenn er nicht auswandern und eine für ſein Beſtehen günſtigere Localität aufſuchen kann.

c. Zwei verſchiedene, oft weit von einander getrennte, Orte beſitzen gleiche Organismen-Arten, wenn ſie gleiche Lebensbedingungen bieten können. Iſt dieſes letztere nicht der Fall, dann haben ſie verſchiedene Organismen-Arten, auch wenn ſie noch ſo nahe aneinander liegen. Recht auffallend tritt dieſes unter anderem an den Bewohnern des

Mittelmeeres und des ihm so nahe liegenden rothen Meeres oder §. 287.
auch des caraïbischen und des, nur durch die schmale Landenge von Panama von ihm getrennten, großen Oceanes hervor. Indessen kann man dieses Verhältniß auch innerhalb der Festländer an einem und demselben Berge (z. B. am Nord- und Südabhange oder in verschiedenen Höhen desselben) bemerken.

d. In dieser Weise kann es nun auch vorkommen, daß in einem jüngst erst in der Aequatorialzone aus dem Meere hervorgetauchten Landesgebiete sich dieselben Organismenfamilien (— namentlich Pflanzen —) entwickeln, welche vor vielen Jahrtausenden in einem anderen Landesgebiete lebten, als in diesem letzteren noch dieselben Verhältnisse walteten, wie sie gegenwärtig noch in dem bezeichneten Aequatorialgebiete herrschen. Und ebenso können in der Tiefe des offenen Oceans Organismenfamilien, welche ihrem ganzen Habitus nach weit älteren Entwickelungsperioden der Erdrinde (— z. B. der Kreideformation —) angehören, noch da sich entwickeln, wo die Tiefsee noch dieselben Lebensbedingungen bietet, wie sie eben in den älteren Entwickelungsperioden herrschten.

e. Wenn sich die Natur eines Ortes A so ändert, daß sie der eines anderen Ortes B gleich wird, so können dann auch an diesem Orte A dieselben Organismen vorkommen, wie am Orte B, vorausgesetzt, daß der Grund und Boden beider Orte gleichartig ist. In diesem Falle kann aber auch die Entwickelung der sich bildenden Organismen theils eine zurückgehende, theils eine vorwärtsschreitende sein. Ist sie eine zurückgehende der schon vorhandenen Organismen, dann gehen diese letzteren allmählich zu Grunde; wenn aber die schon vorhandenen Organismen bei ihrer Umwandlung in der Entwickelung vorwärtsschreiten, dann bilden sie neue Arten.

f. Ueberhaupt können an jedem Orte, welcher seine Natur ändert, viererlei Organismen vorkommen:
1) zurückgehende und aussterbende;
2) bleibende und sich den neuen Lebensverhältnissen anschmiegende und dabei ihre Gestalt nicht verändernde;
3) ihren Körper umändernde und neue Arten bildende;
4) ganz neu hinzutretende, mit früher vorhandenen gar nicht verwandte, Arten.

g. Hiernach wird man also auch in einem bestimmten Entwickelungszeitalter der Erde stets dreierlei Organismen bemerken, nemlich:
1) solche, welche schon in einem früheren Zeitalter vorkamen und jetzt im Erlöschen sind; ihre Körperreste finden sich vorherrschend in den älteren Ablagerungsmassen dieses Zeitalters;
2) solche, welche zwar schon in einem früheren Zeitalter entstanden, aber erst in dem neuen Zeitalter ihre volle Entwickelung erhalten haben; sie finden sich in allen Ablagerungen — und am stärksten in den mittleren — dieses Zeitalters;
3) solche, welche erst in diesem neuen Zeitalter entstanden sind; sie

§. 287. finden ſich namentlich in den mittleren und am meiſten in den jüngſten oder oberſten Ablagerungen deſſelben.

h. Aber eben dieſer Erfahrung gemäß wird keins der nach einander folgenden Entwickelungszeitalter eine ganz und gar nur allein ihm eigenthümliche Organismenwelt beſitzen, ſondern es wird ſich eine von den älteſten Zeiten bis zur Gegenwart allmählich vorwärtsſchreitende Entwickelungsreihe der Organismenarten geltend machen, in Folge deren auch keine der in jedem Zeitalter vorhandenen Formationen ſcharf von anderen ihr vorausgegangenen oder ihr nachfolgenden Formationen durch die Geſammtzahl ihrer Organismenreſte unterſchieden iſt.

i. Damit iſt nun aber keineswegs geſagt, daß nicht einzelne Organismengeſchlechter oder auch nur Arten derſelben in jedem der einzelnen Zeitalter vorkommen können, welche vor ihrem Entwickelungszeitalter nicht exiſtiren und nach demſelben auch nicht weiter beſtehen konnten. Dieſe nur in beſtimmten Formationen vorkommenden Organismenarten ſind allerdings bezeichnend für ihre Wohnſitze.

Wenn man nun alle die eben ausgeſprochenen und aus den, noch in der Gegenwart auf der Erde beſtehenden, Lebensverhältniſſen entlehnten Erfahrungsſätze auf die, von der älteſten bis zur neueſten Zeit ſtattgefundenen, Entwickelungsperioden der Erdrinde und die, während jeder derſelben hervorgetretenen, Organismenwelt anwendet, ſo gelangt man zu folgenden Schlüſſen über die allmählich und nach einander auftretenden Organismen, ſowie über die Vertheilung derſelben in den verſchiedenen geognoſtiſchen Formationen der Erdrinde:

1) In den älteſten Zeiten der Erdrindebildung, wo ein mit gelöſten (oder auch geſchlämmten) Mineralſubſtanzen erfüllter, durch die Nähe des heißen Erdinnern ſtark verdunſtender, reichliche Niederſchläge bildender, Ocean den Erdkörper mehr oder weniger ganz bedeckte, wo nur hie und da einige Vulcaneninſeln aus dem Meeresniveau hervorragten, wo eine ſchwüle, dunſtreiche, das Sonnenlicht nicht durchlaſſende, Atmoſphäre über Land und Meer ſchwebte, — waren die Lebensverhältniſſe ganz anders, als in den ſpäteren Zeiten; es mußten deshalb damals auch ganz andere Thierformen exiſtiren, als ſpäter und jetzt.

2) Je mehr ſich das Feſte vom Flüſſigen ſchied; je mächtiger und je breiter die Landesmaſſen, welche aus dem Meere hervortraten, und je enger die Grenzen des Oceans wurden: um ſo mehr ordneten ſich die klimatiſchen Verhältniſſe, um ſo mehr ſchieden ſich die Zonen und Regionen, um ſo verſchiedenartiger wurden die Medien, in denen die Thier- und Pflanzenwelt ſich entwickelte, — um ſo gegliederter und verſchiedenartiger wurde aber auch die Organismenwelt und um ſo ähnlicher der jetzt noch exiſtirenden Schöpfung.

3) Was nun insbeſondere die Organismen, namentlich die Thiere von einer und derſelben Bildungsperiode der Erdrinde betrifft, ſo waren es derſelben je nach ihren Anſprüchen an die Lebenspotenzen dreierlei:

a. Die einen waren so empfindlich, daß schon die geringste Aenderung des Mediums, in welchem sie lebten, sie tödtete. Diese haben nur in bestimmten Zeitabschnitten ihrer Bildungsperiode gelebt, z. B.:

> Es soll im Beginne einer Bildungsperiode (vielleicht im ersten Jahrtausend derselben) eine Thiergattung A leben, welche nur in einem, gelösten Kalk haltigen, aber von allen Thontheilen freien, Wasser existiren kann, so wird diese Thiergattung, sowie ihr Aufenthaltsort etwas schlammig wird, absterben, und eine andere Thiergattung B, welche gerade solches, etwas Schlamm haltiges, Wasser liebt, zum Vorschein kommen. Ist diese Gattung nun ebenfalls empfindlich, so wird sie, wenn das Wasser entweder zu schlammig oder anderseits von ihrem Schlamm befreit wird, ebenfalls absterben.

Die Ueberreste solcher empfindlichen Thiere sind es nun, welche wir noch gegenwärtig nur in einzelnen Schichten der sämmtlichen Sedimente von einer und derselben Bildungsperiode (d. i. einer bestimmten Formation) vorfinden. Diese Thiere sind also bezeichnend für die einzelnen Schichtmassen einer Formation.

b. Die anderen dieser Geschöpfe waren weniger empfindlich gegen eine allmähliche Aenderung ihres Mediums, als gegen eine Veränderung der klimatischen Verhältnisse. Diese lebten durch alle Zeitabschnitte einer Bildungsperiode hindurch und sind es namentlich, deren Reste wir in den sämmtlichen Sedimentmassen einer einzelnen Formation vorfinden: sie sind also eben so bezeichnend für eine ganze bestimmte Formation, wie jene ersten für ein einzelnes Sediment dieser Formation.

c. Die dritten endlich waren am unempfindlichsten; sie gingen nur zu Grunde, wenn sich ihr Medium und zugleich auch die klimatischen Verhältnisse änderten. Diese lebten durch mehrere unmittelbar auf einander folgende Bildungsperioden hindurch und sind es, deren Reste man in sämmtlichen, zu einer Gruppe gehörigen, Formationen findet.

Verbindung der Formationen zu Gruppen und der Gruppen in Entwickelungszeitalter je nach ihren Bildungsmassen und den in ihnen vorkommenden Organismenresten. — Jede Formation besteht (nach §. 281) aus mehreren, in einer bestimmten, unabänderlichen, Reihenfolge über einander lagernden, Gesteinsschichten, welche zwar in verschiedenen, gleichalterigen, Bildungsräumen von verschiedener petrographischer Beschaffenheit sein können, aber in ihren Hauptablagerungsorten doch einzelne Gesteinsablagerungen zeigen, welche ihren petrographischen Eigenschaften nach bezeichnend für die einzelnen Formationen sein können, weshalb man sie auch namentlich früher, als man noch nicht so genau, wie gegenwärtig die paläontologischen Verhältnisse kannte, zur näheren Benennung oder Bezeichnung der Formationen gebrauchte. Die Benennungen: §. 288.

Grauwacke-Thonſchieferformation, Steinkohlen-, Rothliegendes-, Zechſtein-, Buntſandſtein-, Muſchelkalkformation u. ſ. w. beweiſen dieſes. Als man freilich ſpäterhin bei genauerer Durchforſchung der Formationen in den verſchiedenſten Gegenden der Erde bemerkte, daß eine und dieſelbe Geſteinsart (— z. B. buntgefleckter thoniger Sandſtein —) in verſchiedenen Formationen zugleich auftrat, da war man genöthigt, ſich nach anderen Hülfsmitteln umzuſehen, durch welche man ſicher die zu einer und derſelben Formation gehörigen Geſteinsglieder nach Maſſe und Lagerungsfolge beſtimmen konnte. Dieſe Hülfsmittel wurden dem Geognoſten durch die in den verſchiedenen Schichtmaſſen und Formationen vorkommenden Organismenreſte, (— von denen man die, am meiſten die einzelnen Formationen charakteriſirenden, Leitfoſſilien oder auch wohl Leitmuſcheln nannte —) dargeboten. Mit ihrer Hülfe nun ſetzte man folgende Beſtimmungen feſt:

1) Alle diejenigen Schichtmaſſen, mögen ſie nun petrographiſch gleichartig oder ungleichartig ſein, welche ein und dieſelben Arten von Organismenreſten einſchließen, gehören einer und derſelben Ablagerungszone an.

2) Alle die über einander lagernden Ablagerungszonen, welche weſentlich noch in den Arten ihrer Organismenreſte übereinſtimmen, aber außerdem noch in einzelnen ihrer Schichten (— namentlich in den höher gelegenen —) durch beſondere, neu hinzugetretene Organismenreſte-Arten charakteriſirt werden, bilden eine Formationenabtheilung (oder Etage).

3) Alle die über einander lagernden Abtheilungen, welche in ihren ſämmtlichen Schichten und Schichtzonen noch beſtimmte Arten von Organismenreſten mit einander gemein haben, auch ſonſt in ihren organiſchen Reſten eine beſtimmte Aehnlichkeit und überhaupt beſtimmte Arten von Organismenreſten beſitzen, welche in anderen über oder unter ihnen lagernden Formationen nicht vorkommen, bilden zuſammen eine Formation.

4) Alle diejenigen Formationen endlich, welche in ihren Organismenreſten eine gewiſſe Aehnlichkeit und Verwandtſchaft zeigen und überhaupt Reſte von ſolchen Organismenarten beſitzen, welche weder in früheren noch ſpäteren Formationen vorkommen, bilden zuſammen eine Formationengruppe und gehören ihrem allgemeinen Typus nach zu einem und demſelben geologiſchen Bildungszeitalter oder einer und derſelben Periode.

Bemerkung: Es können aber auch bei der Zerſtörung einer Formationenmaſſe die Organismenreſte derſelben durch Waſſerfluthen in das Gebiet einer anderen Formation verſetzt werden, wie dieſes z. B. beim norddeutſchen Schwemmlande der Fall iſt, welches bunt durch einander Petrefacten der ſiluriſchen, devoniſchen, juraſſiſchen und Kreideformation enthält. In dieſem Falle müſſen die Beſtandesmaſſen und Lagerungsverhältniſſe als Beſtimmungsmittel gelten.

§. 289. **Die geologiſchen Zeitalter oder Perioden.** — Die Geologie beſtrebt ſich zunächſt, aus den Erſcheinungen und Veränderungen, welche noch gegenwärtig auf dem Erdkörper vor ſich gehen, diejenigen Erſcheinungen zu erklären, welche ſeit der Entwickelung der Erdrinde bis zur Gegenwart auf der Erde ſowohl an dem Maſſebeſtande derſelben, wie an den auf ihr allmählich erſchienenen Organismen zum Vorſcheine gekommen ſind; ſodann aber ſucht ſie aus der Summa ihrer Beobachtungen eine ſyſtematiſche Geſchichte zuſammenzuſtellen, in welcher alle Entwickelungen der Erdrinde und ihrer Organismen in einer Reihenfolge aufgeführt werden, in

welcher sie muthmaßlich nach und nach zum Vorscheine gekommen sind, um endlich aus allen so gefundenen Thatsachen einen allgemeinen Schluß einerseits auf die weitere Fortbildung der Erdrinde selbst und andererseits auf die ganze Entwickelungsreihe der Organismen von ihren einfachsten Geschöpfen an bis zu ihren vollkommenst entwickelten ziehen zu können. Das kolossale Quellenwerk für ihre Forschungen nun ist die Erdrinde selbst; die einzelnen Blätter, aus denen dieses Schöpfungswerk besteht, werden durch die verschiedenen Schichtlagen der Erdrinde dargestellt, aber die wortlose Beschreibung auf diesen Blättern wird durch die in den Schichten liegenden Versteinerungen und Organismenreste gebildet. Wenngleich nun im Verlaufe der Jahrhunderttausende, in denen dieses Schöpfungswerk nach und nach verfaßt worden ist, die Bilderschrift desselben durch die Stürme der Zeit vielfach verwischt, zerstückelt oder theilweise zerstört worden ist, so sind doch diese Ueberreste der noch vorhandenen Schrift das einzige Mittel, aus welchem man erkennen kann, zunächst wie und in welcher Reihenfolge die Organismenwelt sich in den verschiedenen Zeiträumen der Erdrinde-Entwickelung herausgebildet hat, sodann in welchen Räumen, unter welchen Verhältnissen und aus welchem Materiale die einzelnen Bildungsmassen der Erdrinde selbst in den verschiedenen Zeiträumen der Erdentwickelung entstanden sind, endlich aber auch, wie die klimatischen Verhältnisse, die Temperatur, die Atmosphäre, kurz — die Lebensverhältnisse in den verschiedenen Zeitaltern auf der jedesmaligen Erdoberfläche gewesen sind. Die steinernen Blätter des Schöpfungswerkes selbst können zur Erklärung aller dieser Erscheinungen verhältnißmäßig nur wenig beitragen; sie gleichen gewissermaßen den unbeschriebenen oder unbezeichneten, buntfarbigen Blättern eines Maleralbums. — Aus allen diesen Gründen nun hat man die Organismenreste, welche sich in den Gesteinsschichten der verschiedenen Erdrindeformationen zeigen, benutzt, um mittelst ihrer die Schöpfungsgeschichte der Erdrinde in bestimmte *Zeitalter* oder *Perioden* einzutheilen, während man vorherrschend die Gesteinsschichten selbst für die Zusammenstellung der *Formationen* in den einzelnen Zeitaltern benutzte.

Bemerkung: Das Schöpfungswerk der Erdrinde gleicht einem, aus mehreren Bänden bestehenden, Buche. Jeder Band desselben behandelt ein geologisches Zeitalter; aber die einzelnen Abschnitte in demselben werden durch Formationenreihen gebildet, während die einzelnen Capitel jeder Formationenreihe durch Formationen und endlich die einzelnen Paragraphen jedes Formationscapitels durch die Etagen jeder Formation dargestellt werden.

Uebersichtliche Zusammenstellung der einzelnen Zeitalter, Formationengruppen und Formationen. — Da alles Organismenleben nach dem früher schon Angegebenen abhängig ist von gewissen äußeren Lebensbedingungen und sich dem gemäß ihre einzelnen Classen, Ordnungen, Familien und Arten nur dann normal in einer Localität der Erdoberfläche entwickeln und auch erhalten, wenn sie in derselben alle zu ihrer normalen Entwickelung und zu ihrem Wohlbefinden nothwendigen Lebensbedingungen finden, so kann man auch umgekehrt aus dem Erscheinen und dem Entwickelungsgange der am häufigsten in einem Zeitalter auftretenden Organismenarten auf die in dem letzteren zur Zeit ihrer vollsten Entwickelung herrschenden Lebensbedingungen, und namentlich auf die Massenbeschaffenheit §. 290.

§. 290. und klimatiſchen Verhältniſſe in dieſem Zeitalter einen Schluß ziehen, wenn man dabei die noch gegenwärtig auf der Erdoberfläche herrſchenden Wechſelbeziehungen zwiſchen den Organismenarten und ihren Wohnſitzen als vergleichenden Maßſtab benutzt. Mit Berückſichtigung aller dieſer Verhältniſſe hat man nun folgende vier Schöpfungszeitalter aufgeſtellt:

I. Das azoiſche oder Urzeitalter;

II. das alte oder paläozoiſche Zeitalter;

III. das mittlere oder meſozoiſche Zeitalter;

IV. das neue oder känozoiſche Zeitalter, von welchem man in der neueren Zeit noch als V. Zeitalter das jüngſte oder andropozoiſche abgeſondert hat.

Jedes dieſer Zeitalter zerfällt dann weiter in mehrere Formationengruppen und jede dieſer letzteren nochmals in mehrere Formationen. — Wenn irgend auf dem Erdkörper ein Landesgebiet exiſtirte, welches vom Anbeginne der Erdrindebildungen ſich ſtets unter dem Spiegel des Meeres befunden hätte, und in welchem ſich ohne alle Störungen alle ſich nach und nach entwickelnden Erdrindelagen über einander hätten ablagern können, ſo würden ſich in demſelben alle die Formationen der Erdrinde in derjenigen Reihenfolge von den älteſten und unterſten bis zu den jüngſten und oberſten über einander gelagert zeigen, wie ſie in der folgenden Ueberſicht angegeben und nach den ſorgfältigſten, in allen Landesgebieten der Erde geſammelten, Forſchungen der Geognoſten bezeichnet worden iſt. Dabei iſt jedoch noch hervorzuheben, daß, wenn nun auch dieſe Reihenfolge in ihren Hauptabtheilungen als unumſtößlich ſicher erſcheint, dieſe Sicherheit des Stellungsverhältniſſes und der Zugehörigkeit zu anderen Formationen für einzelne dieſer letzteren noch nicht angenommen werden darf, da ſie mehr als locale und darum in ihren Ablagerungsmaſſen ſowohl wie in ihren Organismenreſten von den ihnen nach ihren Lagerungsverhältniſſen nahe ſtehenden Formationen abweichende Erſcheinungen ſind.

Die

Erdrinde- und Organismenbildungen §. 291.

der

einzelnen geologiſchen Zeitalter.

Tabelle A bis D.

§. 291. **A. und B. Azoiſche**

Im azoiſchen Zeitalter Bildung der erſten Erdrinde und des Uroceanes; alsdann im paläozoiſche ſowie die erſten Thiere aus den Ordnungen der Polypen, Crinoideen, Brachiopoden, Ce

Zeitalter.	Formationen nach Namen.		Formationen nach Organismen-Entwickelung.	Formationen nach Charaktergeſteinen.
A. Azoiſches Zeitalter.	I. Urgneißformation.		Ohne alle Spuren von Organismen.	Gneiß.
	II. Laurentiſche Gneißformation.		(ſ. Formation.)	Gneiß, Granulit, Hornblendeſchiefer, kryſtalliniſcher Kalk, Graphit u. ſ. w.
	III. Huroniſche Formation.		(ſ. Formation.)	Glimmer-, Chlorit-, Talk-, Urthon körniger Kalk, Graphit, Quarzitſchiefer
B. Paläozoiſches Zeitalter.	I. Cambriſche Formation.		(ſ. Formation.)	Urthonſchiefer und grauwackeartige merate, Sandſteine, Quarzite u. Thon
	Grauwacke-Thonſchieferformationen.	II. Silurformation.	Es treten auf: Fucoiden; dann die ſeefederartigen Graptolithen, Orgel- u. Kettenkorallen (Syringoporen und Halyſyten); Echinosphärites; Brachiopoden (Orthis, Obolus und Pentamerus); Cephalopoden (Orthoceras, Cirtoceras, Lituites); Cruſtaceen (Trilobiten).	a. Unterſilur: Vorherrſchend gr rothe Sandſteine, grüne, oft chloritiſche S b. Oberſilur: Conglomerate, Sa und Schiefer der Grauwacke, Thon Lydit, untergeordnete dichte Kalke.
		III. Devonformation und Oldred Sandstone.	Die Geſchlechter der ſiluren Korallen (Halysites und Graptolithus), der Nautilen (Lituites), Cyſtideen und Trilobiten ſind verſchwunden. Es treten nun auf: die erſten Calceolen, Spiriferi, Uncites, Stringocephalus; Goniatites u. Clymenia; Cupressocrinus, Rhodocrinus; zuletzt Knorpelfiſche. Gegen das Ende kommen auch Pflanzen der folgenden Zeit zum Vorſchein.	a. Unterdevon: Vorherrſchend merate, Sandſteine, ſandige Schiefer de wacke und Thonſchiefer. b. Mitteldevon: Dichte Kalkſteine u. od. auch Sandſteine u. Schiefer; auch Ss Diabastuff, Diabasbreccie u. Diabasfe c. Oberdevon: Dichte u. flaſerige K Nierenkalk, Thonſchiefer, zelliger Kram Statt a. b. c. in Südwales u. Schottland rothe Congl. u. Sandſteine (Oldred Sand
	IV. Steinkohlenformation.		Ueppige Entwickelung von Gefäßkryptogamen. – Die meiſten Thierformen der Silur- und Devonformation verſchwinden. Es treten neu auf: von Zoantharien: Lithostrotion; von Crinoiden: die armtragenden Poteriocrinites und Pentatremites; von Brachiopoden: Productus; von Ammoneen: Goniatites sphäricus; von Krebſen: Limulus; von Fiſchen: Ctenodus, Psammodus; endlich Froſchſaurier oder Labyrinthodonten.	a. Untercarbon: Vorherrſchend graue Kalkſteine oder ſtatt deren lagerungen von Conglomeraten, Sand Pflanzen führender Grauwacke, Thon Kieſelſchiefer und Plattenkalk (— ſoge Culm —). b. Obercarbon (productive Ka mation): Graue Sandſteine, Schiefer Steinkohlenflötze.
	V. Dyasformation.		Von den zahlreichen Pflanzenarten verſchwinden die meiſten; neu hinzutreten Baumfarn (Psaronius und Tubicaulis), die Conifere Walchia u. die Cupreſſinee Ullmannia. Von Thieren verſchwinden die meiſten Korallen, nur Bryoceen mit Fenestella retiformis treten ſtark auf; von Brachiopoden vorherrſchend Productus, Spirifer u. Lingula; die Cephalopoden u. Trilobiten ſind faſt ganz verſchwunden, ebenſo die Crinoideen; dagegen zahlreiche heterocere Ganoideen und die erſten Landechſen (Proterosaurus).	a. Untere Dyas (Rothliegendes): Conglomerate, Schieferthone und San in der unteren Etage Steinkohlenzeb grauen Sandſteinen und Schieferthon b. Obere Dyas (Zechſtein): Gra gelige, kupferhaltige, Conglomerate, ſteine, Schiefer; darüber Kalkſtein, Z Dolomit (Rauhkalk) mit Gyps- und ſalzſtöcken oder auch Eiſenſpath.

ɔoiſches Zeitalter. §. 291.

flanzen aus den Ordnungen der Algen, Gefäßkryptogamen und monokotyledoniſchen Phanerogamen, Trilobiten), Fiſche (gepanzerte und heterocerkale Ganoiden) und froſchartiger Reptilien.

t h e i l u n g e n nach ihren Leitfoſſilien.	Vulcaniſche Erſcheinungen.
Organismenreſte.	Dem azoiſchen und paläozoiſchen Zeitalter gehören an: 1) Granite, Syenite und Diorite, welche bis zum Anfange der Steinkohlenzeit reichen; 2) Diabaſe und Hyperite, welche in der Silur- und Devonformation am ſtärkſten auftreten; 3) Felſitporphyre u. Melaphyre, welche ſich am bemerklichſten in der Steinkohlen- u. unteren Dyasformation machen. Dagegen gehören die Baſaltite, Phonolithe und Trachyte erſt dem känozoiſchen Zeitalter an; kommen ſie daher in dem Gebiete der azoiſchen und paläozoiſchen Formation vor, ſo haben ſie die in dieſem Gebiete vorhandenen Spalten als Weg zum Gebiete der känozoiſchen Formationen benutzt.
nigen Kalkſteine Eozoon canadense, ſcheinbar eine Foraminifere.	
ɔpuren von Seetang.	
he Spuren von Seetang (Oldhamia antiqua) und auch Anneliden in ſchiefern.	
een (d. i. armloſe Crinoideen); Brachiopoden (namentlich Orthis); Tri-	
ge (Fucoiden), Seefedern (Graptolithen), Korallen aus den Familien der arien, Cyathophyllum (Calamoporen, Syringoporen), vor Halysites catenularia; ferner aus der Familie der Cyſtideen Echirites; ferner von Brachiopoden: Orthis, Lingula, Obolus, Pens; ferner von Cephalopoden namentlich Orthoceratiten (Orthoceras und a); endlich von Trilobiten: Paradoxides, Asaphus, Agnostus, s, Trinucleus, Calymene. In den oberſten Schichten die erſten von Fiſchen.	
ien Spirifer macropterus und mucronatus, Pleurodictum maticum, Homalotus- und Pterinea-Arten.	
n: Calceola, Cyathophyllum, Calamopora, Aulopora. — poden: Stringocephalus, Uncites. — Gaſteropoden: Murchisonia. — en; Cupressocrinus, Haplocrinus. — Nautileen: Cyrtoceras. —	
opoden: Spirifer disjunctus. — Nautileen: Clymenia und Goniatites. idina serrato-striata.	
he Reſte von Ganoid- und Knorpelfiſchen (Cephalaspis, Pterichtys, s, Coccostius).	
zoen (nur Fusulina cylindrica); Zoantharien (Lithostrotion men u. Amplexus coralloides); Crinoideen (zunächſt Blaſtoideen, dann Actino- u. Poteriocrinus, ſowie Pentatrematites); Brachiopoden ctus semireticulatus, Spirifer glaber u. striatus); — Muſcheln (Pomya Becheri u. Conocardium aliforme); Goniatites sphaericus. ſe (Limulus); — Knorpelfiſche (Cienodus, Psammodus, Xenacanthus).	
en zahlreiche Gefäßkryptogamenpflanzen, namentlich Calamiten (Calamites, yllites, Annularia); Farn (Spheno-, Neuro-, Peco- und Odontopteris); dendron und Sigillaria; dann Coniferen (Araucarites). aſſermuſcheln (Anthracosia). — Erſte Skorpione, Tauſendfuß und Inhaben, Termiten); — Fiſche (Palaeoniscus, Amblypterus). — Reptilien tier (Hylonomus, Dendrerpeton, Anthracosaurus).	
lte Farnſtämme (Psaronius und Tubicaulus); im Steinkohlengebiete aber miten der vorigen Formation und namentlich Cyatheites u. Noeggeaußerdem von Coniferen Walchia piniformis.	
rhozoen namentlich Fenestella retiformis; von Brachiopoden: tus horridus, Spirifer undulatus, Terebratula elongata gula Credneri; von Gaſteropoden: Schizodus obscurus, Avicularia caria, Mytilus Hausmanni. — Von Fiſchen: Palaeoniscus ebeni, Platysomus gibbosus und striatus, Xenacanthus De- Von Reptilien: Archegosaurus Decheni und Proterosaurus	

§. 291. **C. Meſozoi**

Die Gefäßkryptogamen treten zurück; die Cycadeen und Coniferen werden herrſchend; im letzten Tri
ſich bemerklich riffbauende Korallen, Armcrinoiden, Seeigel, Bivalven, Gaſteropoden, Amm
Schildkröten und aus

Formationen nach		Formation	
Namen.	Organismen-Entwickelung.	Charaktergeſteinen.	
VI. Triasformation.	Pflanzen- und Thierformen ſich denen der Gegenwart nähernd. — Unter den Pflanzen entwickeln ſich namentlich Farn, Cycadeen und Coniferen; unter den Thieren geſtielte Armcrinoideen, Echiniden; zahlreiche Terebrateln, Gaſteropoden und Bivalven; echte Ammoniten (Ceratites) und Nautilus; Knorpelfiſche; — Labyrinthodonten. — Erſte Spur von Vögeln und Säugethieren (Microlestes).	1) In Deutſchland.	2) In den Al
		a. Buntſandſteinformation. Zu unterſt: Quarzkryſtallſandſteine und Conglomerate oder: Schieferthone, Kaolinſandſteine od. Rogenſteine; darüber: bunte thonige Sandſteine; zu oberſt: bunte Mergel mit Gyps, Steinſalz und Dolomit.	a. Untere Tri Schiefrige Sandſtein geſchichtete Kalkſteine (M und Werfener Schi Darüber: kieſelige, Schichtflächen verſehe kalke (Birgloriakall Schichtreihe entſprichtde Buntſandſtein und Mu
		b. Muſchelkalkformation. Unten: Wellenkalk u. Schaumkalk; darüber: dichter Kalk, Dolomit, Anhydrit, Gyps u. Steinſalz; oben: dickſchichtiger, dichter Kalkſtein mit Thonzwiſchenlagen.	b Obere alp. T Zu unterſt: Kalkbänk lobia Lommeli, darüb Mergel, Hornſtein führ und Sandſteine mit Ko pflanzen. Darüber: Steinſalz, rothem Mergel zem Kalkſtein im Salz gut; darüber die ho Kalke von Hallſtadt, aus dunklen Kalken, R Schiefern beſtehenden C Schichten; dann die ho Dachſteinkalke; endl kelen Mergelſchiefer de Schichten.
		c. Keuperformation. Unten: Lettenkohlen mit Schieferletten, Gypsmergel, Dolomit; darüber: bunte Mergel mit Sandſtein; zu oberſt: (das Rhät): Sandſtein, Schieferthone, Kalkſtein, Dolomit und Bonebed.	
VII. Juraformation.	Eine aus nacktſamigen Phanerogamen, — namentlich echten Abietineen und auch aus Cycadeen — beſtehende Flora tritt auf. Aus dem Thierreiche entwickeln ſich vorherrſchend Riffkorallen, Seeſchwämme, Seeigel, prächtige Armcrinoiden, zahlreiche Gaſteropoden, Nerineen, Strombiden, Trigonien, Exogyren, Gryphaeen); mannichfaltige Belemniten und Ammoniten, welche jetzt ſogar ihre höchſte Entwickelung erreichen; Krebſe, Inſekten verſchiedener Ordnungen; Knorpel- und Knochenfiſche mit gleichlappigen Schwanzfloſſen; mächtige krokodilähnliche Meerſaurier (Ichthyoſaurus u. Pleſioſaurus). Flußkrokodile oder Gaviale (Teleo-, Geo- und Mystriosaurus), Flugeidechſen (Pterodactylus), — Schildkröten; — Vögel (Archaeopterix), auch Spuren von Säugethieren (Beutelthiere).	**a. Liasformation.** — Untere: Dunkelgraue Kalkſte zer fetter Thon, auch gelber Sandſtein und die und da ſteine. — Mittlere: Grauer Kalkſtein, Mergel, Rogen blauer Thon mit Sphäroſideriten. — Obere: Sehr b blättrige Schieferthone, darüber dünnplattiger Stinkkalk Mergelkalk.	
		b. Dogger- od. braune Juraformation. — Unter gefärbter Schieferletten mit Thoneiſenſteinknollen, gelbe Sandſteine mit Eiſenſtein u. glimmerhaltiger Schieferthon. lere: Entweder dunkle, oft oolithiſche Kalkſteine, oder dunkelgraue Thone mit Thoneiſenſteinknollen. — Obere: Thongeſteine mit Eiſenrogenſtein und Eiſenkalk (Cornbras England) Kalkſchiefer und Großrogenſtein (— Bathzone	
		c. Weiße Juraformation, beſtehend aus: 1) Oxfor Helle, dichte Kalkſteine, Rogenſteine, Kalkmergel und weiße — Diceras-Kalkſtein.	
		2) Kimmeridge-Jura: Dichte, thonige, oolithiſche nach oben hellgefärbte, gelblichweiße Plattenkalkmergel (S fener Kalkſchiefer).	
		3) Purbeck-Jura (oder Unterer Wealden): In (am Deiſter): dünnplattige Kalkſteine, rothe und grünli mit Gyps und Steinſalz; in England (in Purbeck): Grau und Mergel.	

alter. §. 291.

nen auch angioſperme dikotyledoniſche Bäume zum Vorſchein. — Aus der Thierwelt machen ten, Knorpel- und zuletzt auch Gräthenfiſche, gewaltige Froſch- und Saurierreptilien, d Säugethiere.

theilungen nach ihren Leitfoſſilien.		Vulcaniſche Erſcheinungen.
Im Allgemeinen:	In den Alpen:	
en: Equisetum arenaceum; Schizoneura pa- foltzia heterophylla und Albertia elliptica. : Rhizocorallium Jenense; Myophoria costata. erium; Trematosaurus. — Ganoidſchupper. Sonſt uſchelkalk.	Den Organismenreſten nach bildet die Trias der Alpen Uebergangsſtufen von dem Silur bis zum Jura. In a treten auf: Posidonomya Clarae, Ceratites cassianus, Naticella costata, Pecten discites u. Lima striata; dann Encrinus liliiformis, Terebratula vulgaris, alſo: Muſchelkalkverſteinerungen.	Nur die ſüdtyroliſche Alpentrias erſcheint durchſetzt von Turmalingranit, Syenit, Hyperſthenfels, Augitporphyr, Melaphyr und Porphyrit. In der deutſchen und übrigen Trias dagegen machen ſich nur Durchbrüche von Baſalten, Doleriten u. Phonolithen bemerklich, welche aber eigentlich alle erſt dem känozoiſchen Zeitalter angehören.
Encrinus liliiformis; Seeſterne (Ophiura). en: Terebratula vulgaris; Retzia trigo- rifer Mentzeli. Bivalven: Pecten laevi- discites; Lima striata, Myophoria lineata ris, Gervillia socialis, Myacites elongatus. Ga- : Dentalium laeve, Natica gregaria, Turbonella Cephalopoden: Nautilus bidorsatus u. Ceratites Krebſe: Pemphix Sueurii. — Fiſch- u. Sau-	In b treten auf: Pterophyllum Jägeri; Hallobia Lommeli. — Im Hallſtadter Kalk: Orthoceras dubius, Ammonites tornatus, floridus, Ceratites modestus, Monotis salinaria, Halobia rugosa, Cardita crenata. — Im Dachſteinkalk: Megalodus triqueter. — In den Köſſener Schichten: Avicula contorta, Protocardium Rhäticum, Gervillia praecursor. — Pecten liasinus, Spirifer rostratus, Terebratula cornuta.	
en: Equisetites arenaceus und columnaris; ris vittata; Pecopteris stuttgartensis; Cycadeen hyllum Jägeri; Zamites), Voltzia hete- : Posidonia minuta, Lingua tenuissima. — Saurierreſte (Mastodonsaures Jägeri und Se- Bergeri). Sonſt wie in a und b.		
eren Lias: Pentacrinus scalaris und Priacus; Lima gigantea, Cardinia gi- pirifer Walcotti. Gryphaea arcuata, Ammonites Bucklandi, angulatus, pla- ricostatus. — Im mittleren Lias: Pentacrinus basaltiformis; Terebratula is, Spirifer rostratus; Belemnites paxillosus; Ammonites amaltheus und co- Im oberen Lias: Monotis substriata, Posidonomya Bronni; Pentacrinus ris; Ammonites communis, serpentinus, bifrons, jurensis; Belemnites acua- ligitatis. — Plesiosaurus und Ichthyosaurus.		
eren Dogger: Trigonia navis, Nucula Hammeri, Pecten personatus, Ino- olyplocus; — Ammonites opalinus, Murchisonae. — Im mittleren Dogger: s Humphresianus; Belemnites giganteus; Ostrea Marshii. — Im oberen Terebratula digona, Rhynchonella varians, Trigonia costata, Belemnites is und canaliculatus; Ammonites Parkinsoni, macrocephalus und ornatus.		
Oxford: Korallen (Stöcke von Isastrea helianthoides, Stylina limbata u. Mont- silia; — Scyphia reticulata und Tragos patella. — Cidaris coronata; Hemi- enularis; Apiocrinus; — Terebratula impressa und pectunculus; — Rhyn- acunosa, Trigonia clavellata. — Ammonites biarmatus und biplex. — Be- lastatus. — Diceras arietinum.		
Kimmeridge-Jura iſt bezeichnet durch Terebratula subsella und diphya, latus, Corbis subclathrata; Exogyra virgula; Nerinea tuberculosa und lis, Pieroceras oceani.		
Purbeck: Brack- und Süßwaſſermollusken: Paludina, Planorbis, Corbula, Cy- naea, Melania, Cyrena, Unio, Cypris. — Säugethierknochen. — Cycadeen und		

§. 291.

C. Mesozo

Formationen nach		Formatio
Namen.	Organismen-Entwickelung.	Charaktergesteinen.
VIII. Kreideformation.	Im Anfange noch Farn, Cycadeen und Coniferen, wie am Schlusse der Juraformation; später auch angiosperme Dicotyledoneen (Weiden, Ahorne ꝛc.). Aus der Thierwelt große Mengen Foraminiferen, Seeschwämme (Scyphia und Manon), Korallen, Seeigel (Spatangiden); auch sehr viel Brachiopoden, Bivalven, vor allen aber die nur in dieser Formation auftretenden Hippuriten. Die Ammoneen treten ebenfalls noch einmal stark auf, um dann am Schlusse dieser Formation mit den Baculiten, Scaphiten, Hamiten ganz zu verschwinden. Ferner kommen jetzt die Krabben und von Bryozoen die Eschara-Arten, neben Knorpelfischen auch echte Gräthenfische, und von Reptilien wahre Krokodile, Iguanas und Monitoren vor; aber Vögel u. Säugethiere scheinen zu fehlen.	**a. Neocom** (Hils und Wealden): Theils Kalkst über Conglomerate und Hilsthone oder auch Sand Mergelschiefer und dünngeschichtete Kalksteine; theils und Grünsandstein oder bläulicher Thon. **b. Gault:** Dunkle, z. Th. glaukonitische Thone, Flammenmergel oder auch weiße Kalksteine und Sandsteine. **c. Cenoman** (Unterquader): Theils Grünsand Thone und Mergel; theils mergelige Kalke; theils Qu und darüber Plänerkalk; theils weißliche, harte Kalkstein **d. Turon** (Mittelquader): Theils weißliche, w mergel und thonige Kalke (Pläner); theils röthliche Kal Kalksteine; theils Quadersandstein und darüber Pläner. **e. Senon** (Oberquader): Theils weiße Kreide Sand, Mergel und Kreidetuff; theils Kalkmergel und K stein; theils Mergel und darüber eigentlicher Quadersa

D. Känozoi

Es treten in großer Mannichfaltigkeit und Macht kronenblüthige Dikotyledonen (Laubhölzer) ebenso die Meeressaurier; dagegen entwickelt sich das Thierleben der Jetztzeit, — und

Formationen nach		Formatio	
Namen.	Organismen-Entwickelung.	Charak	
I. Eocäne oder ältere Braunkohlen-Formation.	Starke Entwickelung von Foraminiferen, Austern, Pholaden u. anderer Meeres- u. Süßwasserconchylien, deren Geschlechter zum Theil noch jetzt existiren. — Knochenfische. — Gaviale, Seeschlangen. — Erste große Säugethierschöpfung: Hufthiere (Palaeotherium, Anoplotherium, Anchitherium, Anthrakotherium, Lophiodon); Nagethiere, Raubthiere, Flatterthiere, Affen (Dryopithecus Fontani).	im **Londonbecken.**	im **Seinebecken**
		1) Thanetsands: Kiesige Sande, Sandsteine.	1) Bracheux- u. Sande u. Mergel, dann
		2) Woolwich and Reading series: Dunkler plastischer Thon im Wechsel mit weißem Sand und Feuersteinkies; Nester von Braunkohlen.	2) Argile plastiq nite: Plastischer Thon, Braunkohlen.
		3) Londonclay und Bagnorbeds: Zäher, grauer od. brauner Thon mit Septarien voll Organismenresten.	3) Lits coquilliers du Soissons: Plastische lagert von glimmerreiche schen Sanden.
		4) Bagshot and Bracklesham-sands: Gelber Quarzsand mit Zwischenlagern von glaukonitischem Sandschiefer.	4) Calcaire grossi kalk von Paris): G sandiger Mergelkalkstein liolitenkalk).
		5) Bartonclay and Sand: Dunkle, sandige Thone mit Sphärosideritnieren.	5) Sables moyen, Beauchamp: Helle Q

lter. (Fortsetzung). §. 291.

heilungen nach ihren Leitfossilien.	Vulcanische Erscheinungen.
om: Toxaster complanatus, Terebratula oblonga, Rhynchonella depressa, loni, Pecten crassitesta, Avicula macroptera, Thracia Phillipsi, Ammonites emnites subquadratus. aldenformation: Cyrena ovalis, Cypris Waldensis, Paludina fluviorum, mbiformis.	
: Avicula gryphäoides und aptiensis, Trigonia caudata, Terebratula Mou- biſten, namentlich Caprotina ammonia; Belemnites minimus, Ewaldi censis; Ancyloceras Matheronianus, Hamites attenuatus, Crio- i. — Ammonites nisus und auritus.	
man: Foraminiferen (Orbitulina concava), Seeigel (Holaster subglobosus, ulosa, Discoidea cylindrica); Muſcheln (Ostrea carinata, Exogyra columba, hilianum, Inoceramus striatus), Ammonites rhotomagensis, Scaphites ippuriten (Caprina adversa, Sphaerulites foliaceus). — Blattabdrücke von oneen (Erle, Ahorn, Lorbeer ꝛc.).	
n: Seeigel (Galerites albogalerus, Micraster cortestudinarium); Muſcheln labiatus, Spondylus spinosus, Trigonia scabra, Terebratula semiglobosa); Hippurites organisans u. cornu vaccinum); Ammoniten (Ammonites peram- tes Geinitzii)	
n: Schwämme (Siphonia pyriformis und Coeloptychium agaricoides); Sec- ytes ovatus, Micraster coranguinum, Marsupites ornatus, Crania ignaber- ſcheln (Terebratula carnea, Exogyra laciniata, Ostrea vesicularis, Pecten is, Inoceramus Cuvieri; Ammoniten (Baculites anceps, Turrilites polyplocus); dicus; Belemnites mucronatus und quadratus. ahlreiche Foraminiferen namentlich in der weißen Kreide und im Kreidemergel.	

lter.

ien auf. — Aus der Thierwelt verschwinden die Hippuriten, Nerineen, Belemniten und Ammoniten, er Säugethiere — immer mehr, bis in dem Pliocän auch der Mensch auftritt.

heilungen nach ihren inen.	Leitfossilien.	Vulcanische Erscheinungen.
Mittelmeerländern.	Im Eocän und zwar:	Hauptgebilde der basaltischen, phonolithischen u. trachytischen Eruptionsbildungen.
. Th. krystallinische, Kalk- ummuliten (Nummuli- ch Nummulitensandsteine. näen, nicht in den Alpen.	In 1. Paludinen, Cyclas, Cyclostoma, Helix nebst Resten vom Arctocyon primaevus. — In der Nummulitenformation auch Nummulites Puschi d'Arch, Nummulites scabra, Nummulites biarritziana u. s. w.	
	In 2. Cyrena cuneiformis, Melania inquinata u. Ostrea bellovacina; außerdem Cerithien, Melanopsis u. Paludina.	
	In 3. Nucula amygdaloides, Voluta nodosa, Rostellaria macroptera, Aturia zickzack; Nerita conoidea; Nummulites planulata.	
ulitenkalk nebst glau- andstein mit Eisenerz in ischen und südbayerischen	In 4. In den Grünsanden Venericardia planicosta, Nummulites laevigata, Cerithium hexagonum und giganteum, Turritella imbricataria u. terebellata, Pectunculus pulvinatus, Turbinolia sulcata, Conus deperditus, Cassis cancellata, Cassatella ponderosa, Cardium porulosum. Hierher auch Nummulitenkalk in 2.	
ulitenzone in den Ral- Schweizer und bei Rei- n Salzburger Alpen.	In 5. Nummulites variolaria, Chama squamosa, Cardita sulcata, Crassatella sulcata, Typhis pungens, Voluta athleta, Terebellum fusiforme. Hierher auch Nummulitenkalk in 3.	

Zweiter Abſchnitt.

Specielle Beſchreibung der einzelnen Formationen.

A. Azoiſche Formationen.

(Primitive oder kryſtalliniſche Urſchiefergeſteine).

§. 292. **Beſtandesmaſſen und Lebensverhältniſſe im Allgemeinen.** — Soweit bis jetzt bekannt geworden iſt, beſtehen die älteſten und unterſten Ablagerungsmaſſen der Erdrinde aus einer, wohl 30,000 bis 40,000 Fuß mächtigen und wahrſcheinlich den ganzen Erdkörper umſchließenden, Zone von kryſtalliniſchen Silicatgeſteinen, unter denen Gneiße, Granite, Hornblende-, Glimmer- und Urthonſchiefer die Hauptablagerungsmaſſen bilden, zwiſchen welchen dann zahlreiche, und häufig ſehr maſſenhafte, Zwiſchenlager, Stöcke und Gänge theils von Quarziten, Granulit, Chlorit- und Talkſchiefer oder auch von Serpentin, kryſtalliniſchem Kalk und Dolomit, theils von Syenit, Granit, Diorit und Eklogit oder von Erzen der verſchiedenſten Art auftreten.

Ueber dieſer primitiven Geſteinsrinde lagerte eine, den ganzen Erdkörper umfluthende, uferloſe, an gelöſten Mineralſalzen überreiche, qualmige Waſſerdecke (— der Urocean —), deren Decke dann wieder von einer heißen, mit gasförmigen Mineralſtoffen erfüllten und durch fortwährende Berührung mit dem kühlen Weltenraume Wärme ausſtrahlenden und in Folge davon ſich mit einer dichten, das Sonnenlicht nicht durchlaſſenden, Nebelſchichte durchziehenden, Atmoſphäre gebildet wurde.

Eine mit dem glühenden Erdinnern unmittelbar in Verbindung ſtehende und darum ſelbſt bei fortwährender Wärmeausſtrahlung immer noch heiße Erdrinde, darüber eine qualmende, an Säuren und ſauren Mineralöſungen reiche, Waſſerdecke und über dieſer eine finſtere, naßwarme, mit Mineralgaſen durchzogene, Atmoſphäre und zu allem dieſen noch der Mangel an Sonnenlicht, — bedenkt man dieſes alles, ſo wird man wohl zugeben, daß unter dieſen Verhältniſſen an ein Erwachen und Gedeihen von Organismen nicht zu denken war. In der That zeigen ſich a

die ersten wirklichen Spuren von Organismen erst in der zweiten Hälfte des azoischen Zeitalters, als durch fortwährende Wärmeausstrahlung die Erdrinde selbst sowohl wie auch ihre Wasserdecke sich mehr abgekühlt und die Atmosphäre sich soweit geklärt hatte, daß die ersten Sonnenstrahlen die junge Erde befruchten konnten. Freilich konnten es immerhin nur Organismen von der niedrigsten Art und einfachsten Körperentwickelung sein, Organismen, welche zu ihrer Entwickelung und Lebenserhaltung warmes Wasser und viel Mineral-, namentlich Kalk-Salze brauchen und den unmittelbaren Einfluß des Sonnenlichtes entbehren können, — mit einem Worte: Es konnten nur Meeresalgen (Fucoiden) sein. Erst als diese das Meereswasser mehr geklärt und so zum Wohnsitz für Thiere vorbereitet hatten, da konnten auch Thiere der einfachsten Entwickelung (Rhizopoden und dergl.), denen der gallertartige Körper dieser Algen eine geeignete Nahrung bot, zum Vorscheine kommen.

Je nach ihren Bestandes- und Lagermassen sind nun bei den azoischen Formationen zu unterscheiden Sediment- und Eruptivgesteine.

A. Die Sedimentgesteine der azoischen Formationen. — Diese zerfallen weiter:

I. in die Urgneiß- oder laurentische Formation,
II. in die Urschiefer- oder huronische Formation.

I. Urgneiß- oder Laurentische Formation.

Bestandesmassen derselben im Allgemeinen. — Wie schon der Formationsnamen andeutet, so ist zwar Gneiß mit seinen verschiedenen Abänderungen als das Hauptbildungsgestein dieser Formation zu betrachten, allein nicht überall tritt er als das alleinige Bildungsmaterial derselben auf. Es können sich nemlich aus seinem Gemenge theils durch Aenderung seines Gefüges, theils durch Abnehmen und endliches Verschwinden eines seiner Gemengtheile, theils auch durch Auftreten und allmähliches Ueberhandnehmen eines neuen Gemengtheiles diejenigen Gesteine aus ihm entwickeln, welche die folgende Uebersicht angiebt. §. 293.

Der Gneiß besteht:

entweder aus kieselsäurereichem Feldspath, Quarz und Glimmer (**Granit-** oder **Glimmergneiß**). Aus ihm entsteht:		oder aus kieselsäurereichem Feldspath, Quarz und Hornblende (**Syenit-** oder **Hornblendegneiß**). Aus ihm entsteht:	
durch Abnahme des Glimmers und Aenderung des Gefüges: **Granit.**	durch gänzliches Verschwinden des: Glimmers: **Granulit.** Feldspathes: **Glimmerschiefer.**	durch Abnahme der Hornblende und des Quarzes und Aenderung des Gefüges bei vorherrschendem: Feldspath: **Syenit.** Hornblende: **Diorit.**	durch gänzliches Verschwinden des Feldspathes und auch meist des Quarzes: **Hornblendeschiefer.**

Alle diese Felsarten nun, welche in der eben angegebenen Weise aus dem Gneiße hervorgehen können, bilden nun auch mit ihrem Muttergesteine Wechsellagerungen oder zwischen seinen Massen mehr oder minder mächtige Zwischenschichten, welche in ihren Gesteinsmassen mannichfache Uebergänge

Zweiter Abſchnitt.

Specielle Beſchreibung der einzelnen Formationen.

A. Azoiſche Formationen.

(Primitive oder kryſtalliniſche Urſchiefergeſteine).

§. 292. **Beſtandesmaſſen und Lebensverhältniſſe im Allgemeinen.** — Soweit bis jetzt bekannt geworden iſt, beſtehen die älteſten und unterſten Ablagerungsmaſſen der Erdrinde aus einer, wohl 30,000 bis 40,000 Fuß mächtigen und wahrſcheinlich den ganzen Erdkörper umſchließenden, Zone von kryſtalliniſchen Silicatgeſteinen, unter denen Gneiße, Granite, Hornblende-, Glimmer- und Urthonſchiefer die Hauptablagerungsmaſſen bilden, zwiſchen welchen dann zahlreiche, und häufig ſehr maſſenhafte, Zwiſchenlager, Stöcke und Gänge theils von Quarziten, Granulit, Chlorit- und Talkſchiefer oder auch von Serpentin, kryſtalliniſchem Kalk und Dolomit, theils von Syenit, Granit, Diorit und Eklogit oder von Erzen der verſchiedenſten Art auftreten.

Ueber dieſer primitiven Geſteinsrinde lagerte eine, den ganzen Erdkörper umfluthende, uferloſe, an gelöſten Mineralſalzen überreiche, qualmige Waſſerdecke (— der Urocean —), deren Decke dann wieder von einer heißen, mit gasförmigen Mineralſtoffen erfüllten und durch fortwährende Berührung mit dem kühlen Weltenraume Wärme ausſtrahlenden und in Folge davon ſich mit einer dichten, das Sonnenlicht nicht durchlaſſenden, Nebelſchichte durchziehenden, Atmoſphäre gebildet wurde.

Eine mit dem glühenden Erdinnern unmittelbar in Verbindung ſtehende und darum ſelbſt bei fortwährender Wärmeausſtrahlung immer noch heiße Erdrinde, darüber eine qualmende, an Säuren und ſauren Mineralöſungen reiche, Waſſerdecke und über dieſer eine finſtere, naßwarme, mit Mineralgaſen durchzogene, Atmoſphäre und zu allem dieſen noch der Mangel an Sonnenlicht, — bedenkt man dieſes alles, ſo wird man wohl zugeben, daß unter dieſen Verhältniſſen an ein Erwachen und Gedeihen von Organismen nicht zu denken war. In der That zeigen ſich auch

die ersten wirklichen Spuren von Organismen erst in der zweiten Hälfte des azoischen Zeitalters, als durch fortwährende Wärmeausstrahlung die Erdrinde selbst sowohl wie auch ihre Wasserdecke sich mehr abgekühlt und die Atmosphäre sich soweit geklärt hatte, daß die ersten Sonnenstrahlen die junge Erde befruchten konnten. Freilich konnten es immerhin nur Organismen von der niedrigsten Art und einfachsten Körperentwickelung sein, Organismen, welche zu ihrer Entwickelung und Lebenserhaltung warmes Wasser und viel Mineral-, namentlich Kalk-Salze brauchen und den unmittelbaren Einfluß des Sonnenlichtes entbehren können, — mit einem Worte: Es konnten nur Meeresalgen (Fucoiden) sein. Erst als diese das Meereswasser mehr geklärt und so zum Wohnsitz für Thiere vorbereitet hatten, da konnten auch Thiere der einfachsten Entwickelung (Rhizopoden und dergl.), denen der gallertartige Körper dieser Algen eine geeignete Nahrung bot, zum Vorscheine kommen.

Je nach ihren Bestandes- und Lagermassen sind nun bei den azoischen Formationen zu unterscheiden Sediment- und Eruptivgesteine.

A. Die Sedimentgesteine der azoischen Formationen. — Diese zerfallen weiter:

I. in die Urgneiß- oder laurentische Formation,

II. in die Urschiefer- oder huronische Formation.

I. Urgneiß- oder Laurentische Formation.

Bestandesmassen derselben im Allgemeinen. — Wie schon der Formationsnamen andeutet, so ist zwar Gneiß mit seinen verschiedenen Abänderungen als das Hauptbildungsgestein dieser Formation zu betrachten, allein nicht überall tritt er als das alleinige Bildungsmaterial derselben auf. Es können sich nemlich aus seinem Gemenge theils durch Aenderung seines Gefüges, theils durch Abnehmen und endliches Verschwinden eines seiner Gemengtheile, theils auch durch Auftreten und allmähliches Ueberhandnehmen eines neuen Gemengtheiles diejenigen Gesteine aus ihm entwickeln, welche die folgende Uebersicht angiebt. §. 293.

Der Gneiß besteht:

entweder aus kieselsäurereichem Feldspath, Quarz und Glimmer (**Granit-** oder **Glimmergneiß**). Aus ihm entsteht:		oder aus kieselsäurereichem Feldspath, Quarz und Hornblende (**Syenit-** oder **Hornblendegneiß**). Aus ihm entsteht:	
durch Abnahme des Glimmers und Aenderung des Gefüges: **Granit.**	durch gänzliches Verschwinden des: Glimmers: **Granulit.** Feldspathes: **Glimmerschiefer.**	durch Abnahme der Hornblende und des Quarzes und Aenderung des Gefüges bei vorherrschendem: Feldspath: **Syenit.** Hornblende: **Diorit.**	durch gänzliches Verschwinden des Feldspathes und auch meist des Quarzes: **Hornblendeschiefer.**

Alle diese Felsarten nun, welche in der eben angegebenen Weise aus dem Gneiße hervorgehen können, bilden nun auch mit ihrem Muttergesteine Wechsellagerungen oder zwischen seinen Massen mehr oder minder mächtige Zwischenschichten, welche in ihren Gesteinsmassen mannichfache Uebergänge

in den, über oder unter ihnen lagernden, Gneiß wahrnehmen lassen. Wenn daher auch in manchen Gebieten der Gneiß als alleiniges Bildungsmaterial der laurentischen Formation auftritt, so erscheint er doch auch in anderen Gebieten in mannichfachen Wechsellagerungen mit den eben genannten Gesteinsarten, namentlich mit Granit und Granulit, Glimmer- und Hornblendeschiefer; ja die erstgenannten beiden Felsarten überragen dann nicht selten die Ablagerungen ihres Muttergesteines an Massenhaftigkeit so stark, daß dieses letztere nur noch Zwischenschichten zwischen ihnen, namentlich zwischen dem Granite, bildet. Alle diese Gesteinsablagerungen der Urgneißformation sind demnach Verwandte oder Geschwister des Gneißes und mit ihm zugleich aus einer und derselben Bildungsmasse hervorgegangen, aber keine untergeordnete oder gar fremdartige Einlagerungen. Außer ihnen kommen nun aber auch in dem Gebiete der Urgneißformation Mineralmassen vor, welche theils aus dem, zur Darstellung des Gneißes nicht mehr verwendbaren Rückstande der ursprünglichen Mutterbildungsmasse, theils aus den Zersetzungs- oder Umwandlungsproducten der hierher gehörigen Hauptgesteine entstanden sind und nun die zwischen den Ablagerungsmassen dieser letzteren befindlichen hohlen Räume als untergeordnete und scheinbar fremdartige Stöcke, Lagerstöcke und Lager ausfüllen. Zu ihnen gehören körnig-krystallinischer Kalkstein, Dolomit, Serpentin, Chlorit- und Talkschiefer, Quarzit, Graphit und zahlreiche und mannichfache Erzlager, vor allem Magneteisenerzstöcke von oft gewaltiger Mächtigkeit. — Endlich bildeten die zahlreichen, theils durch Eintrocknung, theils durch Verschiebung, Zerdrückung und Hebungen entstandenen, Spalten in den Ablagerungsmassen der Urgneißformation geeignete Kanäle für die aus dem Erdinnern emporbringenden Eruptionsmassen; — kein Wunder daher, daß die Urgneißformation von zahlreichen Eruptionsmassen, so namentlich von Granit, Syenit, Diorit und auch Eklogit, von unten nach oben durchsetzt erscheint.

§. 294. **Nähere Betrachtung der Bestandesmassen.** — 1) Der Gneiß ist ein stets geschichtetes Gestein und besteht nach §. 168 aus einem, von kieselsäurereichem Feldspath (— vorherrschend Orthoklas, aber auch oft Oligoklas —) und Quarz gebildeten, in der Regel klein- bis feinkörnigem Gemenge, welches von mehr oder weniger zahlreichen, unter sich vorherrschend parallelen, Glimmerlagen durchzogen ist. Je nachdem nun der Glimmer in kleinen, nicht unter einander verbundenen, Schuppen oder in großen, unter einander seitlich verwachsenen, Lamellen oder Blätterlagen und ferner in ganz parallelen, die Feldspath-Quarzlagen ununterbrochen durchsetzenden, Lagen oder in mehr oder weniger gebogenen, welligen, vielfach von den Feldspath-Quarzlagen unterbrochenen, Häuten auftritt, erscheint das Gefüge des Gneißes theils körnig-schuppig oder körnig-flaserig, theils vollständig flaserig oder vollkommen schiefrig, theils auch streifig oder auch wohl stengelig. Je vollkommener nun die Schieferungslagen des Gneißes ausgebildet sind, umsomehr ziehen sie mit den Schichten dieses Gesteines parallel; ja diese Parallelität ist selbst da noch zu bemerken, wo die Schichten des Gneißes mannichfach gebogen, zickzackig

gewunden oder gekräuselt auftreten. — Wie nun durch Zunahme des §. 294.
Glimmers und durch vollkommen lagenweise Vertheilung desselben in der Gneißmasse die Schieferung der letzteren vollkommen wird, so nähert sich durch Abnahme desselben, durch Kleinwerden seiner Blätter-Individuen, sowie durch Größerwerden und Zunahme der Quarz- und Feldspath-Individuen in seiner Masse das Gneißgefüge immer mehr dem körnigen Gefüge des Granites, so daß zuletzt der Gneiß in wahren Granit übergeht, wobei nun aber auch noch merkwürdiger Weise die Schichtung des Gneißes oft verschwindend undeutlich wird. Alles dieses kann man oft schon an einem und demselben Gneißberge (z. B. in der Umgebung des Druserthales zwischen Herges und Brotterode oder auch bei Altenstein und Liebenstein am Südabhange des Thüringer Waldes) beobachten.

Statt des Glimmers kann nun in den Gneißen namentlich mit schwarzem oder Magnesiaglimmer auch Chlorit-, Talk- oder Dichroit (— daher: Chlorit-, Talk- oder Dichroitgneiß —) auftreten; am häufigsten aber verdrängt Hornblende den Magnesiaglimmer, so daß der aus Feldspath, Quarz und Hornblende (nebst etwas Glimmer) bestehende, sogenannte Syenit- oder Hornblendegneiß nicht bloß in vielfacher Wechsellagerung mit dem Glimmergneiße auftritt, sondern auch in manchen Gebirgsgebieten (— z. B. in Skandinavien, Finnland, Schottland und Nordamerika —) für sich allein selbstständige, mächtige Ablagerungszonen bildet. — Wie nun der Glimmergneiß in Granit, Granulit und Glimmerschiefer übergeht und dann auch mit diesen Gebirgsarten in Wechsellagerung auftritt, so geht der Hornblendegneiß in Syenit und Hornblendeschiefer über und zeigt sich dann auch in mannichfacher Wechsellagerung mit diesen Gesteinen.

2) Unter den übrigen Gesteinsablagerungen der Urgneißformation verdient am meisten Beachtung der Granit. Dieser — an sich ein ungeschichtetes Gestein, welches sonst immer in aufsteigenden, sich mit steinernen Verästelungen vielfach in sein Nebengestein einzwängenden, Gängen und Stöcken auftritt und ganz den Charakter eines Eruptivgesteines an sich trägt, — tritt in der Urgneißformation, und namentlich in deren unteren Etagen, in einer Weise auf, daß man annehmen muß, daß er in gleicher Zeit und gleicher Art, wie der Gneiß, entstanden sein muß; denn zunächst bildet er so zahlreiche Uebergänge in den letzteren, daß man oft nicht weiß, ob das vorliegende Gestein noch Gneiß oder schon Granit zu nennen ist und man wohl am besten thut, wenn man ein Feldspath, Quarz und Glimmer haltiges Gestein einen Gneiß-Granit, wenn dasselbe zwar noch rein körniges Gefüge besitzt, aber in demselben der Glimmer häufiger wird und auf dem Querbruche des Gesteines schon in unterbrochenen kurzen Streifen auftritt, oder einen Granit-Gneiß nennt, wenn der Glimmer auf dem Querbruche des Gesteines mannichfach gewundene, längere, aber vielfach unterbrochene, Streifen und das Gestein überhaupt schon eine Anlage zur Schieferung zeigt. In manchen Gneißdistricten (z. B. in den oben schon genannten Gebieten am Thüringer Walde oder noch mehr in Schlesien, wo nach C. v. Raumer in der Gegend zwischen Hirschberg, Friedberg und Laubau geschichteter Gneiß unaufhörlich mit ungeschichtetem

§. 294. Granit wechſellagert) treten alle dieſe Uebergänge von Gneiß in Granit und umgekehrt oft in kurzen Räumen zuſammen auf, wobei dann aber immer das bemerkenswerth iſt, daß der Granit, wenn er auch als Ganzes eine ſchichtenähnliche Ablagerungsmaſſe bildet, doch innerhalb dieſer gar keine Anlage zur Schichtung zeigt, der über oder unter ihm lagernde Gneiß aber ſtets, — wenn auch bisweilen undeutlich — geſchichtet iſt.

Von dieſen Granitablagerungen ſind die zahlreich im Gebiete des Gneißes auftretenden Gänge eruptiven Granites zu unterſcheiden. Jene ſind gleichalterig mit dem Gneiße, dieſe Granitgänge aber, welche oft größere und kleinere Bruchſtücke vom Gneiß umſchließen, jünger als der von ihnen durchbrochene Gneiß. Von ihnen wird ſpäter da, wo von den Eruptionsmaſſen des azoiſchen Zeitalters geſprochen wird, noch mehr die Rede ſein.

3) Nächſt dem Granite bildet der Granulit, — welcher aus dem Gneiße durch Abnahme und Verſchwinden des Glimmers hervorgehen, aber auch durch Aufnahme von Glimmer wieder in denſelben übergehen kann, und ſchon im §. 169 weiter beſchrieben worden iſt, — ſehr oft mehr oder minder zahlreiche, regelmäßig eingelagerte Zwiſchenſchichten in dem Gneiße. Dieſes iſt unter anderem der Fall nach Zippe in Böhmen zwiſchen Budweis und Krummau, im Egerthale bei Warth zwiſchen Karlsbad und Kaaden, bei Rödenbach im oſtbayeriſchen Grenzgebirge (Fig. 124).

Fig. 124 (Granulit- und Gneißwechſellager). Gneißſchichten (1) in Abwechſelung mit Granulitlagern (1) bei Rödenbach in Oſtbayern (nach Gümbel).

4) Ein ſehr häufiger Begleiter des Urgneißes iſt der Glimmerſchiefer, welcher durch allmähliches Verſchwinden des Feldſpathes aus dem Gneiße hervorgeht. In größeren Gneißgebieten bemerkt man nicht ſelten, daß eine und dieſelbe Gneißſchichte theils in ihrer horizontalen Ausdehnung, theils in ihren oberen Schieferlagen zu Glimmerſchiefer wird; am meiſten aber findet man den letzteren theils als Decke der ganzen Urgneißformation, theils in mannichfacher Wechſellagerung mit dem Gneiße. Bisweilen bildet er aber auch eine mächtige Zone, durch welche ein ganzes Gneißgebiet in eine obere und untere Etage getheilt wird, z. B. in Schleſien, wo dieſe Zone bei Flinsberg vom Thale der Queis durchbrochen wird.

5) Enthält der Gneiß Magneſiaglimmer, ſo finden ſich in ſeiner Maſſe auch Hornblendenadeln, welche allmählich den Glimmer ganz verdrängen, ſo daß nun aus dem Glimmergneiß Hornblendegneiß wird. Im Gebiete dieſes letzteren ſtellen ſich dann auch Diorit- und Hornblendeſchiefer ein, welcher nun theils in Wechſellagerung mit dem Gneiße auftritt, theils mächtige Lagerſtöcke bildet, theils weit ausgedehnte, oft mehrere 1000 Fuß mächtige, ſelbſtſtändige Zonen hauptſächlich in den oberen, unmittelbar unter den Urſchiefern befindlichen, Regionen der Urgneißformation zuſammenſetzt. Dieſes letztere iſt z. B. der Fall an dem Ben-

Lair in Roßshire oder bei Stafford in Connecticut; ebenso im Naßfelde an dem Gasteiner Tauern. §. 294.

6) Eigenthümlich ist das Auftreten des Quarzitschiefers im Gebiete des Urgneißes. Derselbe bildet nemlich theils untergeordnete Lagermassen oft von bedeutendem Umfange, theils Wechsellagerungen mit dem Gneiße. Großartig erscheinen diese Quarziteinlagerungen am Pfahl im ostbayerischen Grenzgebirge, wie beifolgende aus Gümbels schon genanntem Werke entlehnten Profile (Fig. 125, Fig. 126, Fig. 127) zeigen. Im

Fig. 125.
Quarzfelsparthie des Pfahls bei Biechtach (Ostbayern).

Fig. 126.
Durchschnitt durch den Pfahl bei Cham im Bayerischen Walde.
1: röthlicher Pfahlschiefer; 2: röthlicher, sehr dichter Pfahlschiefer (Hälleflint); 2: im Liegenden röthlicher Pfahlgneiß; 3: röthlicher, 4: graulicher, 5: weißer Quarz.

Fig. 127.
Pfahlquarzeinlagerung (Q) im Urgneiß an der Ohemündung bei Regen.
(Ostbayerisches Grenzgebirge, Gümbel).

letzten Falle nun zeigt er mannichfache Uebergänge nicht bloß in Glimmer- und Hornblendeſchiefer, ſondern auch in Gneiß ſelbſt und zwar gar nicht ſelten in der Weiſe, daß er einerſeits durch Glimmerſchiefer zu Glimmergneiß und andererſeits durch Hornblendeſchiefer zu Hornblendegneiß wird. Sehr ſchön findet man dieſe intereſſanten Uebergänge in raſcher Aufeinanderfolge ſowohl in dem Ober-Engadin in der Umgebung des Bernina wie auch in dem Salzburger Tauern in der Umgebung des Gaſteinthales. Offenbar deuten alle dieſe Uebergänge darauf hin, daß alle die ſo mit einander wechſellagernden und in einander übergehenden Geſteinsmaſſen ſich aus einem und demſelben, an Kieſelſäure überreichem, Muttermagma zonenweiſe ausgeſchieden haben.

7) Endlich hat man in Nordamerika (z. B. in Canada und Michigan) mächtige Schichtencomplexe innerhalb der Urgneißformation beobachtet, welche aus Conglomeraten beſtehen, in denen Syenit-, Granit-, Gneiß-, Diorit- und Quarzgerölle theils durch ein quarzig-glimmerreiches, theils durch ein ſandig-talkiges Bindemittel zuſammengekittet erſcheinen. Ebenſo wechſellagern bei Kongsberg grobe Sandſteine mit Urgneiß- und Glimmerſchiefer.

§. 295. **Nähere Angaben über die unweſentlichen Geſteinsbildungen der Urgneißformation.** — Wie oben ſchon bemerkt worden iſt, ſo treten in der Urgneißformation auch noch mehr oder minder mächtige und häufige Lager und Lagerſtöcke von Mineralmaſſen auf, welche zwar nicht mehr zum Weſen dieſer Formation gehören, darum auch nur als mehr örtliche Erſcheinungen zu betrachten ſind und auch in anderen Formationen vorkommen, trotzdem aber doch ihrer Entſtehungszeit und Entwickelungsweiſe nach in einer gewiſſen Beziehung zu den ſie umſchließenden Gneiß- (— namentlich Hornblendegneiß- —) Maſſen ſtehen, indem ſie ſich nicht nur eng und innig an die Wände dieſer letzteren anſchließen, ja ſelbſt zwiſchen ihre Maſſen eindringen, ſondern auch ſehr häufig Beſtandesmineralien derſelben (hauptſächlich in ihren Umgrenzungsregionen) in ſich aufnehmen, oder bisweilen auch noch von einzelnen Schollen oder dünnen Schieferzonen der ſie umgrenzenden Schiefermaſſen durchzogen werden. — Zu dieſen unweſentlichen Lagern und Lagerſtöcken innerhalb der Urgneißformationen gehören nun, wie ſchon angegeben, vorherrſchend:

a. Carbonate der Kalkerde und der Magneſiakalkerde, alſo Kalkſtein und Dolomit.

b. Silicate der Magneſia: Serpentin, Chlorit- und Talkſchiefer.

c. Oxydulorxde des Eiſens: Magneteiſenerz.

I. Der **Kalkſtein** iſt bei Weitem vorherrſchend kryſtalliniſch-körnig, weiß oder gelblich- bis graulichweiß, in dünnen Stücken durchſcheinend und auf friſchen Spaltflächen ſtark glänzend. Oft iſt er ganz frei von allen Beimengungen; oft aber enthält er in ſeiner Maſſe auch eine große Menge der verſchiedenartigſten, ſchön auskryſtalliſirten Mineralien, unter denen ſich namentlich Kalk-, Magneſia- und Eiſenſilicate aus den Gruppen der Edelkieſel (Beryll, Spinell, Zirkon), Granatoïde (Granat, Veſuvian), Turmalinite (Turmalin, Epidot), der Amphibolite (Hornblende, Augit, Aktinolith, Grammatit, Wollaſtonit), der Phengite (Magneſiaglimmer,

Chlorit), der Magnesite (Talk, Serpentin), und der Kalkleucitoïde (Mejonit und Skapolith), außerdem Apatit, Fluorit und Graphit, endlich auch Magneteisenerz, Titanit, Zinkoxyd, Kupfer- und Eisenkies am meisten bemerklich machen. §. 295.

1) Bei der Betrachtung dieser nicht selten sehr mächtigen Kalksteineinlagerungen, (— unter denen z. B. das in Oesterreich ob dem Manhardtsberge befindliche und aus Mähren über Drossendorf bis Pögstall streichende 10 Meilen lang ist und eine Mächtigkeit von mehreren 1000 Fuß erreichen soll, sowie das von Sala in Schweden 9000 Fuß breit und wenigstens 3600 Fuß lang ist —) drängt sich unwillkürlich die Frage auf: Wie sind dieselben entstanden? und woher rührt der Reichthum ihrer verschiedenen Mineralien? — Was zunächst die Entstehung dieser Kalksteinlager betrifft, so sind G. Bischof und Kjerulf der Ansicht, daß sie nicht nur wegen ihres Gehaltes an Kohlensäure, sondern auch an, häufig auftretendem, Graphit und an, bisweilen stark hervortretendem Bitumen Producte von abgestorbenen und zersetzten Organismen seien. Wenn nun aber sich Organismen entwickeln sollten, so mußten sie doch Kohlenstoff als Nahrung erhalten; es mußte demnach schon Kohlenstoff in irgend einer anorganischen oder minerogenen Verbindung vorhanden sein, welcher ihnen das Material zum Aufbau ihres Körpers lieferte. Und war derselbe schon vor der Entwickelung von Organismen vorhanden, so konnte derselbe auch ohne Zuthun dieser letzteren Kohlensäure zur Bildung von kohlensaurem Kalk erzeugen. Dazu kommt nun noch, daß die Kalkerde selbst nicht bloß ein Eigenthum von Organismen, sondern auch ein Hauptbestandtheil der bei Weitem meisten vulcanischen Felsarten und namentlich auch der gerade in dem krystallinisch-körnigen Kalksteine am häufigsten auftretenden Silicate (z. B. des Vesuvians und Granates) ist. Es erscheint darum wohl die Annahme nicht unwahrscheinlich, daß nach der Entstehung der ersten oder primitiven Erdkruste sich auf derselben unter dem Einflusse der, jetzt sich aus der Atmosphäre niederschlagenden, an Mineralstoffen überreichen, Wassermassen eben auf die Bestandesmassen dieser primitiven Erdkruste eine Lösung bildete, welche vorherrschend aus doppelt-kohlensaurem Kalke bestand, aber dabei auch in reichlicher Fülle in kohlensaurem Wasser gelöste Silicate der Thon- und Zirkonerde, des Kalis und Natrons, der Magnesia, Kalkerde und des Eisenoxydules enthielt, die sich nun in bestimmten Verhältnissen zu denjenigen Mineralarten verbanden, die jetzt noch in dem Kalksteine der Urgneißformation vorkommen, während die Kalklösung durch Verdunstung ihre Lösungskohlensäure sich zu einfach kohlensaurem Kalk verdichtete und in Folge davon anfangs einen zarten krystallinischen Schlamm bildete, in welchem sich die kleinsten Massetheile der sich eben entwickelnden Silicate ungehindert bewegen und zu regelrechten Krystallen verbinden konnten. Es hat in der That diese Annahme das für sich, daß ein zarter Schlamm von Gyps, Thon oder kohlensaurem Kalk zunächst sich gegen Silicatlösungen indifferent

einer Linie von 5 Meilen Länge nicht weniger als 10 Serpentinstöcke hinter einander liegen. —

§. 296. **Erzlagerstätten in der Urgneißformation.** — Wie die Urgneißformation ausgezeichnet ist durch zahlreiche Einlagerungen von körnigem Kalk, Serpentin, Graphit und anderen nutzbaren Gesteinsmassen, so überragt sie auch die meisten anderen Formationen der Erdrinde durch ihren Reichthum an den verschiedenartigsten Erzen. In demjenigen Zeitraume, in welchem sich ihre Massen entwickelten, war noch das Laboratorium, in welchem sich alle Mineralien der Erdrinde entwickelten, gefüllt mit allen möglichen Mineralbildungselementen; der schon mit den verschiedensten Elementarverbindungen versorgte Mutterschmelz der erst entstehenden Erdrinde wurde von einer mit gas- und dampfförmigen Mineralelementen überfüllten Atmosphäre befruchtet; kein Wunder daher, daß dann bei der Entwickelung der ersten Erdrindelagen Gesteinsarten zum Vorscheine kamen, welche nicht nur die ihren Arten wesentlich zustehenden Mineralarten, sondern außerdem auch noch eine große Schaar von anderen, für ihren Bestand unwesentlichen, Mineralien enthielten, von denen dann sich gar manche so massenhaft inmitten der sie umschließenden Gesteinslagen entwickelten, daß sie selbst wieder als umfangreiche Einlagerungen auftraten, welche aber dadurch, daß sie nach allen Seiten hin in die sie umhüllenden Gesteinsmassen übergehen oder sich mit ihnen vermischen, beweisen, daß sie entweder Ausschwitzungen von Bestandtheilen der schon in der Erstarrung begriffenen Erdrindemassen oder Producte von der, bei der Bildung dieser Erdrindemassen nicht verwendbaren, ursprünglichen Mutterlösung (— gewissermaßen von der übrig gebliebenen und ausgeschiedenen Mutterlauge —) sind.

Recht augenfällig tritt dieses alles bei den Magneteisenerzlagern hervor, welche in Skandinavien im Gebiete des Urhornblendegneißes auftreten. Das Magneteisenerz dieser Lager bildet zunächst massige Ablagerungen für sich, geht dann aber auch seitwärts in die Masse des Gneißes über und umschließt nun selbst wieder eine große Schaar der verschiedenartigsten Mineralien (— über 80 verschiedene Arten —), von denen manche sich so massenhaft entwickeln, daß das Magneteisenerz in ihnen eingebettet erscheint.

Auf alle diese Erscheinungen wurde schon bei der Betrachtung der Kalkstein- und Serpentinstöcke im Urgneiße aufmerksam gemacht; sie treten aber eben so deutlich bei den in demselben vorkommenden Erzlagerstätten hervor. Was nun diese letzteren speciell betrifft, so ist über sie Folgendes mitzutheilen:

Die Erze der Urgneißformation erscheinen entweder in der Masse der Bildungsgesteine dieser Formation selbst eingesprengt und mehr oder weniger innig mit derselben gemischt, oder als massige Lager und Stöcke zwischen die Massen der Bildungsgesteine eingeschoben oder endlich auf Gängen und Adern, welche diese letzteren von oben nach unten unter den verschiedensten Winkeln durchschneiden.

Die beiden ersten Vorkommnisse haben wohl mit den sie umschließenden Gesteinsmassen gleiche Entstehungszeiten und auch wohl

gleiche allgemeine Mutterlösungen; sie verhalten sich zu den sie um- §. 296.
schließenden Gebirgsarten, wie Rückstände aus der allgemeinen Lösung, welche von den sich entwickelnden Hauptgesteinsmassen nicht zu ihrer Bildung gebraucht wurden; die Erzgänge dagegen, welche nicht nur die Hauptgesteins-Ablagerungen, sondern auch die untergeordneten Gesteins- und Erzlager durchschneiden, gehören späteren Bildungszeiten an und sind wohl meistens aus den Zersetzungs-, Umwandlungs- und Auslaugungsproducten der sie umschließenden Gesteinsmassen entstanden; sie kommen auch in anderen Formationen vor und sind daher auch nicht als, nur der Urgneißformation zustehende, Bildungsglieder ins Auge zu fassen.

Die der Urgneißformation angehörigen Erzablagerungen treten unter dreierlei Ablagerungsformen auf, nemlich:

1) als Gesteinsschichten, deren Masse von eingesprengten, oft sehr fein zertheilten, Erzen mehr oder weniger stark durchdrungen erscheint (— sogenannte Fahl- (fälschlich Fall-) bänder);
2) als Fahlbänder, welche aus erzführenden Gesteinsschichten bestehen und auch abgesonderte Erzlager umschließen;
3) als vorherrschend oder ganz aus Erz bestehende, Lager oder Stöcke (— eigentliche Erzlager —).

Was nun zunächst die Fahlbänder (d. i. Schichten, welche an der Luft durch Oxydation ihres Erzgehaltes eine „fahle" lederbraune oder rostige Farbe annehmen) betrifft, so wird die Gesteinsmasse derselben in der Urgneißformation vorherrschend aus Hornblendegneiß, Hornblendeschiefer, Glimmerschiefer oder auch aus Kalkstein gebildet, während die ihrer Masse eingesprengten Erze aus Magneteisenerz, Eisenkies, Kupferkies, Arsenkies, Speiskobalt, Glanzkobalt oder auch Zinnerz bestehen. Diese Erze durchdringen oft in äußerst feiner Zertheilung eine Gesteinsschichte auf weite Entfernung hin und in solcher Menge, daß die ganze Schichte einer, mit Steinmasse durchzogenen Erzschichte gleicht; oft aber verschwinden sie auch streckenweise in einer und derselben Schichte, um dann weiterhin wieder stark hervorzutreten. Nicht selten ist auch bemerkbar, daß solche Fahlbänder wiederholt abwechseln mit erzleeren Schichten. Ferner kommt es auch vor, daß ein Fahlband eine Mächtigkeit von 100 Fußen erreicht, während die unter oder über ihm lagernden Fahlbänder kaum eine Mächtigkeit von mehreren Zollen zeigen. Endlich besitzen auch mächtig entwickelte Fahlbänder noch die Eigenthümlichkeit, daß das eine oder andere der in ihnen eingesprengten Erze stellenweise sich aus der mit ihnen gemischten Gesteinsmasse aussondert und für sich allein kleinere oder größere, von der Fahlbandmasse umschlossene, linsenförmige Stöcke bildet, welche den Schichtflächen der sie umgebenden Gesteinsmassen parallel vertheilt erscheinen.

1) Reich an Fahlbändern ist das Urgneißgebiet von Norwegen. Bei Skutterud ist es eine aus Quarz und Glimmer bestehende Schichtenzone, welche nach Hausmann in einzelnen Schichten von Glanzkobalt, Arsenkobaltkies und Arsenkies durchdrungen ist. — Das Gneißgebiet von Kongsberg enthält mehrere meilenweite und zum Theil sehr mächtige Schichtenzonen, welche reichlich von Eisenkies, Kupferkies und Zinkblende durchdrungen sind und

§. 296. quer durch ihre Schichtenmasse ziehende zahlreiche Gänge besitzen, welche aber nur so lange reich an Silbererzen sind, als sie sich innerhalb der Fahlbändermasse befinden. Sollte diese Erscheinung nicht darauf hindeuten, daß diese Silbererze aus den Erzen der Fahlbänder entstanden und dann in die, die Fahlbänder durchsetzenden Gangspalten geflutet worden sind? —

2) Nach Dufrénoy kommen im Gneiße bei Villefranche im Departement de l'Aveyron weit ausgedehnte, ganz von Magneteisenerz durchdrungene Schichtenzonen vor, in denen dieses Erz zugleich auch Lenticulärstöcke bildet. — Nach Scheerer stehen bei Arendal die Magneteisenerz führenden Gneißschichten ebenfalls mit Magneteisenerzstöcken in Verbindung.

Obwohl, wie oben angedeutet, die in den Fahlbändern auftretenden Erze häufig auch mit kleineren Stöcken von dem einen oder dem anderen der Fahlbanderze verbunden vorkommen, so treten doch auch noch abgesondert von diesen letzteren, eigentliche Erzlager von oft bedeutender Mächtigkeit in dem Gebiete der Urgneißformation auf. So befinden sich in der Gegend von Sala in Westmanland mächtige Lager von silberhaltigem Bleiglanz innerhalb eines fast $1\frac{1}{2}$ Meilen langen und zum Theil 10,000 Fuß mächtigen Kalkstockes, welcher selbst von granitähnlichem Gneiße umschlossen erscheint. Ebenso breiten sich in den Kalksteinlagern von Tunaberg in Södermannland und in dem Gneißgebiete von Fahlun in Dalarne sehr bedeutende Kupferkieslager aus. Ferner zeigen mehrere Orte Skandinaviens (so der Grengesberg in Dalarne, dann die Fehnsgrube bei Porsgrund in Norwegen) bedeutende Ablagerungen von Rotheisenerz. Am großartigsten indessen zeigen sich die Lager und Stöcke von Magneteisenerz nicht bloß in Skandinavien oder in Nordamerika, sondern auch in Schlesien, im Erzgebirge, in Bayern u. s. w.

1) Die Ablagerungsmassen des Magneteisenerzes bilden entweder regelmäßige Lager, deren Grenzflächen ganz parallel unter sich wie mit den Schichtflächen des sie einschließenden Gneißes ziehen, oder linsenförmige Lagerstöcke oder auch ganz unregelmäßige Einlagerungen, welche an ihrem Umfange in den sie umgebenden Gneiß eindringen oder gewissermaßen zerfließen. — Die Mächtigkeit und Breitenausdehnung dieser Magneteisenerz-Ablagerungen ist sehr verschieden, wie schon in der Syn. der Min. §. 320, S. 407 angedeutet worden ist.

2) Bemerkenswerth erscheint es, daß zunächst der Gneiß sehr gewöhnlich in der unmittelbaren Umgebung der Magneteisenerzlager einen anderen Habitus annimmt und bald granit-, bald glimmerschiefer- oder hornblendeschiefer-, bald auch dioritartig wird, daß ferner sowohl die Kupferkies- und Bleiglanz-, wie die Magneteisenerz-Ablagerungen am häufigsten in dem Gebiete des Magnesiaglimmer- oder Hornblendegneißes auftreten; daß ferner Kalkstein oder Kalkspath, Dolomit, Serpentin, Talk oder Chlorit sehr gewöhnlich nicht bloß die Begleiter vorzüglich der Magneteisenerzlager sind, sondern dieselben auch theils in Adern und Nestern, theils in Schnüren und Schalen durchziehen; daß ferner in den oben erwähnten Erzlagerstätten — und vorzugsweise wieder in den Magneteisenerzlagerstätten — eine große Zahl von Mineralarten auftreten, welche anderwärts auch als

Umwandlungs- oder Zersetzungsproducte von Hornblende und Augit vorkommen, so Apatit, Fluorit, Kalkspath, Dolomit, Talkspath, Serpentin, Asbest, Chlorit, Cordierit, Fahlunit, Magnesiaglimmer, Olivin, Epidot, Strahlstein, Grammatit, Malakolith und Quarz; daß endlich in den Magneteisenerzlagerstätten auch häufig noch Hornblende-, Augit-, Granat- und Apatitkrystalle auftreten, welche abgerundete Ecken und Kanten und überhaupt eine *geflossen aussehende Oberfläche* besitzen, welche etwa so aussieht, wie die Oberfläche von in der Auflösung befindlichen Zucker- oder Kupfervitriolkrystallen, — welche sich aus sauren Lösungen ausgeschieden haben, — wenn man dieses alles berücksichtigt, sollte man da nicht auf den Gedanken kommen, daß namentlich die Magneteisenerzlager aus der Umwandlung und Zersetzung von eisenoxydulreichen Hornblende-, Augit- oder Granatgesteinen entstanden sind?

3) Schließlich sei hier noch bemerkt, daß nach *Hausmann* auf den Magneteisenerzlagern von Dannemora in Upland, von Norberg in Westmanland und von Garpenberg in Dalarne bisweilen auch *Asphalt* theils derb, theils in Körnern und kleinen Kugeln und zwar gewöhnlich von Quarz begleitet oder auch in Quarzkrystallen eingewachsen vorkommt, eine Erscheinung, welche ebenso wie das Auftreten von Graphit und Anthracit in manchen Urgneißen oder der oft starke Bitumengehalt mancher Urkalkgesteine benutzt worden ist, um darzuthun, daß zur Bildungszeit der Urgneißformation schon Organismen, namentlich Pflanzen, existirt haben müßten.

Organismen in der Urgneißformation. — Wenn man bedenkt, daß noch gegenwärtig der abgestorbene Pflanzenkörper durch den Verkohlungsproceß nach und nach in Torf, Braunkohlen, Steinkohlen und Anthracit umgewandelt wird (— wie schon in der Syn. der Min. §. 796, S. 903 gezeigt worden ist —), wie sich in den ersten Stadien dieses Processes viel Kohlenwasserstoff-Verbindungen (Asphalt und Bitumen) entwickeln, welche von den sie umgebenden, schlammigen oder doch weichen und noch durchdringbaren Gesteinsablagerungen in der nächsten Umgebung der verkohlenden Pflanzenmassen aufgesogen werden, — und dann im zweiten Stadium des Verkohlungsprocesses eine fast nur noch aus Kohlenstoff bestehende Kohlensubstanz, — der *Anthracit*, — übrig bleibt; wenn man ferner bedenkt, daß — wie man in jeder Gasfabrik beobachten kann, — wenn eine bitumenreiche Kohle unter Luftabschluß stark erhitzt wird, nicht nur ihr ganzer Gehalt von Bitumen, sondern auch ein Theil ihres Kohlenstoffes sich verflüchtigt, welcher sich dann beim Eindringen in kältere Räume als *Graphit* wieder absetzt; wenn man endlich berücksichtigt, daß selbst in heißen Quellen (— z. B. in den 36 Grad warmen Quellen von Bormio —) noch gegenwärtig Gallertalgen in großer Ueppigkeit wuchern, und daß dann dieselben nach ihrem Absterben einen bitumenreichen, *keine Spur von organischer Structur mehr zeigenden*, Kohlenschlamm entwickeln (— wie dieses auch der Fall ist mit den auf dem Grunde von tiefen, stehenden Gewässern verkohlenden Algen, welche bekanntlich den feinsten Pech- und Baggertorf liefern —), — wenn man dieses Alles ins §. 297.

§. 297. Auge faßt, so gelangt man freilich zu der Ansicht, daß all der Graphit und Anthracit, sowie auch das Bitumen im Urgneiß, Urkalkstein und Magneteisenerz Producte der Verkohlung von Gallertalgen sind, welche sich schon kurze Zeit nach der Entwickelung der eben genannten Urgesteine auf dem Grunde des warmen Oceans entwickelt und sich bei ihrer Verkohlung unter dem vollen Verluste ihrer ganzen organischen Structur in reine Kohle umgewandelt haben. Vielleicht ließe sich dann durch diese Ansicht auch der Reichthum von Schwefelerzen in der Urgneißformation erklären; denn diese konnten sich am ersten entwickeln aus der Einwirkung des, sich bei der Verkohlung dieser Algen reichlich erzeugenden, Schwefelwasserstoffes auf die damals im Urocеane noch vorhandenen Metallsalze.

Außer dem Graphit, Anthracit und Bitumen freilich ist in der Urgneißformation bis jetzt noch keine weitere Spur von Pflanzenresten gefunden worden, was nach dem Obigen auch nicht möglich ist, da sich die Gallertalgen vollständig in Kohle umgewandelt haben und in Folge ihres zarten, gallertartigen Körpers auch keine Abdrücke hinterlassen konnten, ja in dem sie umhüllenden Kalkschlamme durch die ätzende Einwirkung desselben vollständig zerstört wurden.

Wenn nun aber auf dem Grunde des Urgneiß-Oceanes Gallertalgen wucherten, dann konnten auch auf demselben Thiere der einfachsten Art leben, welche sich von denselben nährten. Von solchen Thieren hat man freilich bis jetzt eben so wenig deutliche Spuren gefunden wie von Pflanzen, wenn man von dem, — zuerst von Logau in der Urgneißformation Canadas, dann aber auch von Dawson, Rup. Jones, Carpenter und Gümbel in der Urgneißformation Schottlands, Irlands, Skandinaviens und des Böhmer und Bayerischen Waldes gefundenen — noch immer angezweifelten Eozoon (— von ἠώς, Morgenröthe, und ζῶον, Thier) canadense absieht.

Dieses Eozoon canadense, welches in den, zwischen den Urgneiß eingelagerten, Kalksteinlagern vorkommt, bildet faust- bis fußgroße Knollen, welche auswellig-concentrischen, ziemlich parallelen, schmalen Bändern und Streifen von weißem körnigem Kalk und grünem Serpentin abwechselnd zusammengesetzt erscheinen (Fig. 129). Man hat nun angenommen, daß dieses knollenförmige, grün und weiß gebänderte oder gestreifte Eozoon eine riesenhafte Foraminifere gewesen sei, welche eine kalkige, durch innere Zwischenwände in viele Kammern abge-

Fig. 129.

theilte Schale besessen habe (Fig. 130 a). So lange dieses Thier gelebt habe, seien die aus Kalkspath gebildeten Kammern mit einer gallertartigen

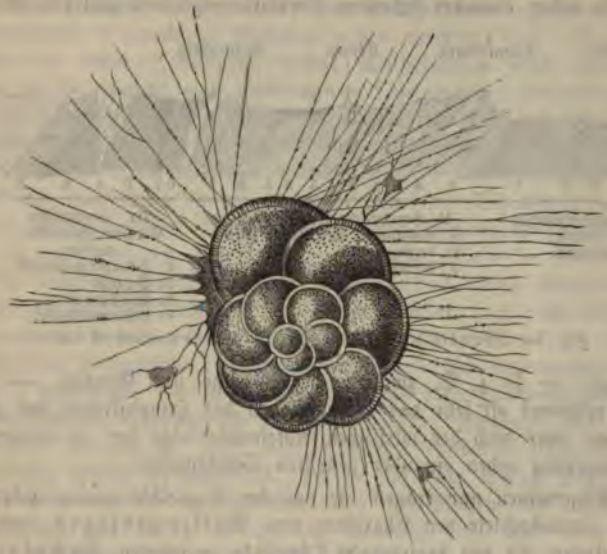


Fig. 130 a. Von der Oberseite gesehen.

Protoplasmasubstanz gefüllt gewesen; nach seinem Absterben aber wäre durch die zahlreichen Poren des Gehäuses Serpentinmasse in die Kammern eingedrungen und habe dieselben ausgefüllt (Fig. 130b).

Fig. 130 b. Von der Unterseite gesehen.

§. 298.

Ablagerungsweisen der Urgneißformation. — Von den, im §. 293 angegebenen, Hauptbildungsgliedern der Urgneißformation, — Gneiß, Granit, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer und Quarzit, — setzt zwar der Gneiß in vielen Gebieten der Erdrinde sehr oft für sich allein oder doch in einer, alle übrigen Bildungsglieder weit überragenden, Mächtigkeit die nach ihm benannte Formation zusammen, (z. B. im Erzgebirge), allein wohl ebenso oft zeigt er sich in mannichfacher Verbindung und vielfacher Wechsellagerung mit mehreren oder auch mit allen eben genannten Formationsgliedern und dann nicht selten sogar diesen Gliedern, — namentlich dem Granite, — gegenüber in untergeordneter Mächtigkeit. Wenn nun bei solchen Wechsellagerungen die einzelnen Formationenglieder ziemlich gleiche Mächtigkeit haben und senkrecht neben einander gestellt sind, so wird der, quer über diese fortwährend wechsellagernden Formationenglieder hinschreitende, Beobachter dieselben nicht nur alle der Reihe nach, sondern auch in sich mehr oder minder oft wiederholender Reihenfolge bemerken, wie folgendes, aus Gümbel's Werk ent-

§. 298. lehntes Profil von Naabburg bis Mies sehr instructiv zeigt (Fig. 131). Diese Erscheinung sowohl, wie auch der Umstand, daß zwischen den einzelnen, so neben einander stehenden, Formationengliedern zahlreiche Gesteins-

Fig. 131. Profil von Naabburg bis Mies (nach Gümbel).

übergänge, — so z. B. zwischen dem Gneiße und Granite, — stattfinden, erschwert oft sehr das Herausfinden des Hauptgliedes der ganzen Formation oder auch der wirklichen Aufeinanderfolge der in wiederholter Wechsellagerung neben einander gestellten Schichtmassen.

Im Allgemeinen nun tragen die von der Urgneißformation zusammengesetzten Landesgebiete den Charakter von Massengebirgen und weit ausgebreiteten, oft mit horizontaler Oberfläche versehenen, Hochplateaus oder Tafelländern, welche sich jedoch in ihrem inneren Baue mannichfach zusammengefügt zeigen. Trotzdem aber lassen sich von allen diesen verschiedenen Ablagerungs- und Zusammenfügungsweisen der Urgneißglieder zwei Hauptformen unterscheiden, nemlich eine blasen-, kuppel- oder auch flach abgestumpft kegelförmige und eine zonenförmige.

a. Bei der kuppelförmigen Ablagerung erscheint das ganze Schichtensystem der Formation von unten nach oben in der Weise in die Höhe getrieben, daß die ganze Ablagerungsmasse entweder einer Blase oder einem in die Höhe geschobenen Tafellande gleicht. Es liegen in diesem Falle die sämmtlichen Formationsglieder über einander und zwar so, daß das Rückenplateau der ganzen Auftreibung nur aus einer und derselben Ablagerungsmasse besteht und entweder eine horizontale oder eine sanft convexe oder auch concave oder endlich eine theilweise wellenförmige Oberfläche bildet, während nach den Grenzen der aufgetriebenen Formationsmasse hin die Schichten mehr oder weniger steil nach Außen hin zum Fuße der ganzen Auftreibung abfallen. So ist es namentlich bei der blasenförmigen Auftreibung der Formationenmasse. Wenn dagegen diese Masse in allen ihren Theilen gleichmäßig in die Höhe getrieben worden ist, dann bildet dieselbe ein horizontales oder auch flachbeckenförmiges Tafelland, dessen Ränder steile Abhänge bilden, an denen die Schichtenköpfe aller einzelnen Ablagerungen in horizontaler Lage über einander liegend erscheinen.

b. Weit häufiger als die Kuppelform macht sich die Zonenform bei der Ablagerung der Urgneißformation geltend. Bei dieser Ablagerungsart

stehen alle Bildungsglieder der Formation mehr oder weniger steil neben einander, sei es nun parallel und senkrecht, sei es in synklinaler oder antiklinaler Stellung (s. Fig. 131) und streichen dann oft Hunderte von Meilen immer in paralleler Richtung neben einander fort. Das Merkwürdige bei dieser Zonenform, welche gewissermaßen einer gigantischen Mauer gleicht, welche aus zahlreichen neben einander hinlaufenden und unter einander seitlich verwachsenen Mauern besteht, ist, daß sich die Zone in ihrem Weiterverlaufe mannichfach hin- und herwinden kann, ohne doch die Parallelität ihrer einzelnen Schichtmassen zu verlieren, und daß in einem und demselben Landesgebiete sich mehrere Schichtenzonen zeigen können, welche anfangs verschiedene Streichungsrichtungen verfolgen und dann sich doch noch um einander herumwinden. Wenn bei dieser Zonenform die einzelnen Bildungsschichten oft wiederholt neben einander stehen, alle ziemlich gleiche Mächtigkeit haben und dabei auch noch Uebergänge in einer und derselben Gesteinsschichte zeigen, dann ist es oft fast unmöglich, die Hauptschichten herauszufinden und die Lagerungsfolge derselben zu bestimmen. — In Europa zeigt sich diese Zonenablagerung der Urgneißformation hauptsächlich in Skandinavien, Finnland und im ostbayerischen Waldgebirge, aber noch mächtiger entwickelt zeigt sie sich in der östlichen Hälfte Nordamerikas, wo sie sich vom Staate Georgia aus bis zur Mündung des Lorenzstromes etwa 300 Meilen weit erstreckt, und in Brasilien, wo sie in nordöstlicher Richtung über 250 geographische Meilen weit zieht.

Ueber das Urgneißgebiet Norwegens sagt Keilhau in seiner Gaea Norwegica (Bd. I. S. 373 ff.): „So liegt vor uns ein Areal von vielen 1000 Quadratmeilen ausgebreitet, das nur an wenigen Stellen andere, als steil nach der Tiefe hinabgehende Schichten zeigt. In vielen und großen Stücken dieses Areales sehen wir diese steilen Schichten irgend einem Gesetze eines regelmäßigen Verlaufes folgen; wir finden sie 10, 20, ja zum Theil noch viel mehrere Meilen weit nach denselben Linien fortstreichend, und es scheint uns, daß da, wo neue Streichungsfelder anfangen, es doch noch immer dieselben Parallelmassen sind, die wir vorher betrachtet haben, die sich aber nur einer anderen Streichungsregel unterworfen haben. Eine bestimmte Aufeinanderfolge der verschiedenen Gesteine dieser Gneißgebiete existirt nicht; jede Gesteinsart erscheint bald im Liegenden, bald im Hangenden, bald in der Mitte dieser mächtigen Zonen."

Lagerungsverhältnisse, Mächtigkeit und Hauptablagerungsgebiete. §. 299. — Die Urgneißformation, — welche, soweit eine Schätzung derselben überhaupt möglich ist, eine mittlere Mächtigkeit von etwa 20,000 Fuß besitzt (nach H. Credner in Canada über 10,000 und mit Einschluß der untergeordneten Kalkstein-, Eisenerz-, Quarzit- u. s. w. Einlagerungen mindestens 20,000 Fuß und nach Gümbel im Bayerischen Walde eben so viel und wohl noch mehr), — bildet das Grundgemäuer aller übrigen Formationen, aus denen die Erdrinde nachweisbar besteht. Da, wo die Entwickelung aller dieser Formationen bei reichlich vorhandenem Bildungsmateriale und ohne alle Störung hat vor sich gehen können, lagert zunächst auf ihr die Urschieferformation; sehr häufig aber fehlt diese, und dann dient sie anderen jüngeren Formationen, so vor allen der Silur- oder Devon- oder auch Steinkohlenformation, zur Unterlage.

Da sich die Urgneißformation zu einer Zeit entwickelt hat, wo all' das Material, was sie zur Bildung ihrer Gesteinsglieder brauchte, der Art und Menge nach noch überall auf der Erdoberfläche vorhanden war, wo eine end- und uferlose Wasserdecke, aus welcher nur einzelne, verhältnißmäßig kleine, vulcanische Inseln hervorragten, die Entstehung und Ausbildung aller ihrer Bestandesmassen beförderte, so muß sie auch eine den ganzen Erdball umgürtende Schale darstellen; da sie aber zugleich auch die Grundlage bildete, auf welcher sich alle späteren Gesteinslagen der Erdrinde absetzten, so muß sie an sehr vielen Stellen der Erdoberfläche eben durch alle die auf ihr lagernden Erdrindemassen dem Auge des Beobachters entzogen sein und nur da noch hervortreten, wo sie früher über den Meeresspiegel emporgetrieben worden ist, ehe sich auf ihr neue Erdrindemassen ablagern konnten. Und so ragt sie in der That noch gegenwärtig in den verschiedensten Landesgebieten wohl aller größeren Continente mit oft gewaltiger Ausdehnung und Mächtigkeit aus den sie umgebenden jüngeren Erdrindeformationen hier als massiger Gebirgszug dort als weit ausgedehntes Hochtafelland hervor, dabei aber immer und beständig den ihr eigenthümlichen petrographischen und architektonischen Formationscharakter an sich tragend.

Unter ihren Hauptablagerungsgebieten sind namentlich folgende hier namhaft zu machen:

a. in Europa:
   1) Skandinavien und Finnland, in Europa ihr großartigstes Gebiet;
   2) Schottland und die Hebriden;
   3) Deutschland: Riesengebirge, Böhmischer und Bayerischer Wald bis zur Donau hin, Erzgebirge sammt dem, zwischen Rochlitz und Chemnitz lagernden Granulitgebirge, Fichtelgebirge, Centralalpen (vom hohen Tauern an bis zum Montblanc-Stock);

b. in Amerika:
   1) in Nordamerika vorzüglich zwei mächtige Zonen, deren nördliche aus der arktischen Zone südöstlich bis zum oberen Mississippi und von da nach Osten durch Wisconsin nach dem oberen, Huron- und Ontariosee und nordwärts vom Lorenzstrome bis zum atlantischen Oceane streicht, während die andere am Südufer der Lorenzmündung in südwestlicher Richtung durch sämmtliche atlantische Küstenstaaten bis nach Alabama reicht;
   2) in Südamerika fast das ganze brasilianische Küstengebirge und quer durch die Anden;

c. in Grönland wohl der größte Theil des Landes;
d. in Asien namentlich Japan, Hinterindien und Bengalen;
e. in Afrika: Natal und überhaupt das südöstliche Gebiet.

II. Urschiefer- oder Huronische Formation.

(Primitive Schieferformation).

§. 300. **Bestandesmassen derselben im Allgemeinen.** — Diese Formation bildet in Beziehung auf Bestandesmassen, Lagerungsverhältnisse und Verbreitungsgebiete die Fortsetzung der Urgneißformation; denn zunächst lagert sie an vielen Orten unmittelbar auf derselben und zwar sehr oft unter ganz concordanten Lagerungsverhältnissen und zeigt dann häufig auch ganz

dieselben Verwerfungen und Biegungen in ihrem Schichtenbau wie diese; sodann zeigt sie häufig unmittelbare Uebergänge ihres Hauptgesteines, des Glimmerschiefers, in den unter ihr lagernden Urgneiß; endlich umfaßt sie im Allgemeinen dieselben Gesteinsarten wie die Urgneißformation, — nur mit dem Unterschiede, daß diejenigen Gesteinsablagerungen, welche in der letztgenannten Formation nur eine untergeordnete Rolle spielten, indem sie in derselben nur verhältnißmäßig schwache und nicht einmal überall vorkommende Zwischenschichten bildeten, in der Urschieferformation die Hauptablagerungsmassen darstellen, während der Gneiß nur noch in untergeordneten Schichtmassen auftritt.

Das Hauptgestein in der Urschieferformation ist unstreitig der Glimmerschiefer; denn er tritt nicht nur überall am mächtigsten in dieser Formation auf, sondern hat auch wahrscheinlich mit seiner Glimmermasse das Hauptmaterial zur Bildung der mit ihm zusammen vorkommenden anderen Hauptgesteinsglieder der Urschieferformation, nemlich des Urthonschiefers, Chloritschiefers und Talkschiefers, geliefert. Nächst ihm tritt indessen der Urthonschiefer oder Phyllit in gar manchen Urschiefergebieten so mächtig entwickelt auf, daß er an Massenhaftigkeit dem Glimmerschiefer gleich kommt, wenn ihn nicht geradezu übertrifft. Chlorit- und Talkschiefer dagegen bilden vorherrschend untergeordnete Schichtmassen, wenn sie auch fast überall in der Urschieferformation zu finden sind.

Zwischen diesen eben genannten, durch ihre vollkommene Schieferung ausgezeichneten, Hauptbildungsmassen der Urschieferformation kommen nun nicht selten mehr oder minder mächtige Einlagerungen von Quarzit, Kieselschiefer, Kalkglimmerschiefer, Itakolumit, Gneiß, Hornblendeschiefer, Grünsteinschiefer, ja auch häufig von Serpentin, körnigem Kalkstein, Dolomit, Gyps und Erzen, — also im Allgemeinen von denselben Gesteinsarten, wie in der Gneißformation, vor.

Alle die zur Urschieferformation gehörigen Gesteinsarten stehen in einem gewissen genetischen Verhältnisse zu dem Glimmerschiefer, lassen sich theils als Umwandlungs-, theils als Zersetzungsproducte desselben betrachten und zeigen darum auch mannichfache Uebergänge in denselben. Das folgende Schema wird alles dieses veranschaulichen:

Der Glimmerschiefer wird:

a. durch bloße Veränderung seines Mineralgemenges:			b. durch Veränderung des chemischen Bestandes seines Glimmers, — namentlich des Magnesiaglimmers: —	
1) durch Aufnahme von Feldspath zu **Gneiß.**	2) durch Vorherrschendwerden des Quarzes u. Verschwinden des Glimmers zu **Quarzit** und **Kieselschiefer.**	3) durch Verdrängung des Quarzes durch Kalkspath zu **Kalkglimmerschiefer,** aus welchem dann durch Zersetzung des Glimmers **Kalkstein** und **Dolomit** entsteht.	1) durch Metamorphosirung des Magnesiaglimmers zu **Eisenglimmerschiefer, Hornblendeschiefer, Chlorit-** und **Talkschiefer, Serpentin.**	2) durch theilweise Zersetzung und Schlämmung der Glimmerschiefermasse zu **Thonschiefer** und **Kalkthonschiefer.**

Nähere Betrachtung der Hauptglieder der Urschieferformation. §. 301. — Zwischen den in vorstehendem Schema angegebenen Gesteinsgliedern der Urschieferformation finden sich, wie schon angedeutet, überall da, wo

§. 301. diese Formation mächtig entwickelt ist, zahlreiche Uebergänge, und zwar nicht bloß zwischen dem Glimmerschiefer, sondern auch zwischen dem Urthonschiefer und dem Gneiß, Eisenglimmer-, Hornblende-, Chlorit-, Talk- und Kieselschiefer, so daß man alle diese eben genannten Schiefergesteine sowohl im Gebiete des Glimmerschiefers wie auch des Thonschiefers als Zwischenschichten bemerken kann, wie weiter unten noch näher gezeigt werden soll. Aber am interessantesten erscheinen die Uebergänge zwischen den beiden Hauptgliedern dieser Formation, zwischen dem Glimmer- und Urthonschiefer selbst; man hat Glimmerschiefer, welche aus abwechselnden, nur liniendicken, Lagen von Glimmer- und Thonschiefer bestehen, und umgekehrt auch wieder Thonschiefer, deren einzelne Schieferlagen alle so in Glimmerlamellen eingehüllt sind, daß man nur noch auf dem Querbruche solcher Schieferlagen ihren Thonschieferkern erkennen kann. Während nun so der Urthonschiefer mannichfache Uebergänge in echten Glimmerschiefer, ja auch in Chlorit- und Hornblendeschiefer wahrnehmen läßt, geht er andererseits auch sehr deutlich in den häufig über ihm lagernden klastischen Grauwacke-Thonschiefer über, so daß er gewissermaßen ein Uebergangsglied von einer, aus krystallinischen Gesteinen bestehenden, Formation zu der ersten, vorherrschend aus klastischen Ablagerungsmassen gebildeten zeigt. Alle diese Verhältnisse machen es nothwendig, die Hauptbildungsglieder der Urschieferformation hier nochmals besonders zu betrachten, obgleich sie schon im §. 200 und 201 beschrieben worden sind.

1) Der Glimmerschiefer (vgl. §. 200), ein in der Regel vollkommen und meist auch dünnschiefriges Gestein, welches wesentlich aus Glimmer und Quarz gemengt, nicht selten aber auch fast quarzlos erscheint und nur aus Glimmerlagen besteht, enthält entweder silberweißen oder eisen- bis bräunlichschwarzen Glimmer. Der erstere ist theils wasserloser, in Salzsäure unzersetzbarer Kaliglimmer, theils wasserhaltiger, in Salzsäure zersetzbarer Damourit oder Natronglimmer (Paragonit). Die aus diesen Glimmerarten bestehenden Glimmerschieferarten sind vorherrschend quarzarm, dünn- und bei Damourit- oder Paragonitgehalt schuppig-schiefrig, werden in Folge ihres (geringen) Eisenoxydulgehaltes bei der Verwitterung ocker- oder messinggelb und umschließen nicht selten Orthoklas-, Andalusit-, Chiastolith-, Staurolith-, Turmalin- und auch hie und da Flußspathkrystalle. Die eisenfarbigen, in durchsichtigen Blättchen bräunlich erscheinenden, Glimmer dagegen bestehen vorherrschend aus Eisenoxyd- oder Eisenoxyduloxyd-haltigem Magnesiaglimmer (Biotit, auch sogenanntem Eisenglimmer, welcher indessen nicht mit dem blättrigen Eisenglanz zu verwechseln ist), werden bei ihrer Verwitterung bräunlich- oder kirschroth und umschließen nicht selten soviel Eisenglanzschuppen oder Graphit, daß die aus ihnen gebildeten Schiefergesteine zu wahrem Eisenglimmer- und Graphitschiefer werden; außerdem aber ist die Masse dieser Magnesiaglimmerschiefer der Hauptsitz der Eisengranate, der Hornblende und des Chlorites, woher es auch kommt, daß gerade diese Glimmerschieferart die meisten Uebergänge in Hornblende- und Chloritschiefer

wahrnehmen läßt; endlich zeigt sich auch in ihr nicht selten Oligoklas, durch welchen dann Uebergänge namentlich in Hornblendegneiß herbeigeführt werden. §. 301.

Nach allem diesem kann man also zwei Hauptmodificationen des Glimmerschiefers je nach der Art seines Glimmers unterscheiden, nemlich:

a. den Kaliglimmerschiefer, welcher vorherrschend silberfarbig ist und Uebergänge in gemeinen Gneiß und Urthonschiefer, sowie auch in Turmalin- und Chiastolithschiefer wahrnehmen läßt;

b. den Magnesiaglimmerschiefer, welcher vorherrschend eisenfarbig ist, das häufigst auftretende Glied der Urschieferformation bildet und hauptsächlich Uebergänge in Hornblendegneiß, Hornblendeschiefer, Chloritschiefer und in die grünen und rothen Abarten des Urthonschiefers wahrnehmen läßt. Von ihm ist im Folgenden vorherrschend die Rede.

Der zweite Gemengtheil des Glimmerschiefers ist der Quarz. Er ist bisweilen, wie schon angedeutet, in so geringen Mengen und in so kleinen Körnchen vorhanden, daß man ihn erst dann bemerkt, wenn man das Gestein pulverisirt und mit Wasser schlämmt; nicht selten aber bildet er auch so starke Lagen, daß der Glimmer nur noch in dünnen Lamellen zwischen den Quarzlagen erscheint, wodurch Uebergänge in Quarzitschiefer und Quarzitfels herbeigeführt werden. Seine Vertheilung zwischen den Glimmerlagen ist überhaupt von doppelter Art: Entweder bildet er einzelne, isolirte Körner, Linsen, Knoten, plattgedrückte bis kopfgroße, eiförmige Knollen, welche ringsum von Glimmerlagen umwunden werden, oder zusammenhängende, bald parallelflächige und ebene, plattenförmige, bald wulstige, an Dicke zu- und abnehmende, Lagen zwischen dem Glimmer. Durch dieses alles wird die schiefrige Structur des Glimmerschiefers mannichfach abgeändert, erscheint sie bald vollkommen ebenflächig, so daß man das Gestein in lauter parallele Platten oder Tafeln spalten kann, bald auf das Mannichfachste hin- und hergewunden, zickzackig gebogen oder gekräuselt. Bemerkenswerth erscheint es, daß bei den eben- und parallelschiefrigen Glimmerschiefern die Oberflächen der einzelnen Schieferlagen oft fein und parallelwellig gerunzelt sind, eine Erscheinung, welche da, wo sie vorkommt (— z. B. am Ring- und Breitenberge bei Ruhla am Thüringer Walde —) oft ganz gleichmäßig durch ganze Schichtencomplexe durchreicht, und das Ansehen hat, als wenn Wasserdämpfe zuerst von unten nach oben, dann aber horizontal und wogend durch die noch weichen und biegsamen Glimmerlagen durchgezogen seien. — Der Quarz spielt nun überhaupt eine merkwürdige Rolle im Gebiete des Glimmerschiefers. Nicht genug, daß er als Gemengtheil des letzteren auftritt, bildet er auch zwischen einzelnen Schichten desselben mehr oder minder mächtige Zwischenschichten oder da, wo die Schiefermasse von abwärts steigenden Spalten nach allen Richtungen hin durchsetzt wird, massige, mannichfach verästelte, baumförmige Gänge, welche oft den Sitz von Erzen verschiedener Art bilden und oft den Glimmerschiefer so durchdringen,

§. 301. daß derſelbe in einzelne, von Quarz umſchloſſene, Schollen zertheilt wird.

Bei ſeiner Verwitterung bildet der Kaliglimmerſchiefer eine ockergelbe, ſchmierige, ſandig-lehmige Erdkrume, welche ebenſo, wie die aus dem Magneſiaglimmerſchiefer entſtehende rothbraune, magere, ſandig-lehmige Erdkrume mit unzählbaren kleinen noch unzerſetzten Glimmerſchüppchen untermengt iſt. So iſt es namentlich, wenn der Glimmerſchiefer ſich unter Luftzutritt zerſetzt. Iſt dieſes letztere aber nicht der Fall, wird alſo der Glimmerſchiefer (namentlich der Magneſiaglimmerſchiefer) in Lagen, zu denen kein Sauerſtoff gelangen kann, durch Kohlenſäure haltiges Waſſer angegriffen, dann wird ſein Glimmergehalt in der Weiſe zerſetzt, daß von ihm nur noch Eiſenglanz oder Magneteiſenerz, Chlorit oder Talk (Speckſtein) übrig bleibt. Am Ringberge bei Ruhla kommen zwiſchen den ſtark zerklüfteten Magneſiaglimmerſchichten einzelne Schichtzonen vor, an denen man ſehr deutlich die Umwandlung des Glimmers in Eiſenglanz beobachten kann, in denen ſogar die Eiſenglanzlamellen in derſelben Richtung geſtreift und gerunzelt erſcheinen, wie die über- und unterliegenden, noch unzerſetzten, Glimmerſchieferlagen. — Ebenſo kommen aber auch an demſelben Berge deutliche Uebergänge des Glimmerſchiefers in Chloritſchiefer, Hornblendeſchiefer und Gneiß vor; ja der letztere zeigt (namentlich in einem Steinbruche dicht vor Ruhla) einerſeits eine Art transverſaler Abſonderung, indem ſeine Schieferſchichten durch ſenkrecht niederſetzende Spalten ſcharf in rhomboïdiſche Spaltkörper abgetheilt erſcheinen und andererſeits ſeine Feldſpathlagen durchgehends kaoliniſirt und ſeine Glimmerlamellen in Eiſenoxyd umgewandelt ſind, während die ihn umſchließenden Glimmerſchiefermaſſen ſich noch ſcheinbar friſch zeigen.

Statt des Quarzes enthält der Glimmerſchiefer mancher Urſchiefergebiete Kalkſpath. Der hierdurch entſtehende Kalkglimmerſchiefer (vgl. §. 200, 6te Abart), welcher äußerlich dem gemeinen Glimmerſchiefer oft ſehr ähnlich ſieht, ſich aber leicht durch das Aufbrauſen ſeiner Maſſe beim Betropfen mit Salzſäure von ihm unterſcheidet, bildet in Gemeinſchaft mit Kalktalkſchiefer eine mächtige Schieferzone zwiſchen dem gemeinen Glimmerſchiefer vorzüglich in den Montblanc-, Monte Roſa-, Bernina-, Venediger, Großglockner- und Ankogl-Alpen.

2) Der Urthonſchiefer oder Phyllit (vgl. §. 201), ein merkwürdiges Geſtein, welches einerſeits ſo deutliche Uebergänge in Glimmer-, Chlorit- und Hornblendeſchiefer und dabei trotz ſeines undeutlichen Gemenges ein ſo ausgeſprochenes kryſtalliniſches Anſehen hat, daß man ihn nothwendig zu den kryſtalliniſchen Felsarten rechnen muß, und andererſeits doch auch wieder unleugbare Uebergänge in den gemeinen Thonſchiefer der Grauwackeformation und dabei Eigenſchaften eines klaſtiſchen Geſteines zeigt, ja ſogar auch in ſeinen oberſten Schichtlagen deutliche Ueberreſte von Organismenreſten (ſo Anneliden-Röhren, z. B. von Arenicolites didymus, Crinoiden-Stielglieder

und Fucoiden, z. B. Oldhamia radiata) umschließt, so daß man §. 301.
ihn in manchen Fällen zu den wirklich klastischen Gesteinen zählen muß. — Wie schon bei seiner Beschreibung im §. 201 angegeben worden ist, so ist er im reinen, frischen Zustande ausgezeichnet durch die deutliche Spaltbarkeit seiner meist vollkommen schiefrigen Schichtmassen, durch seinen sanften Seidenglanz namentlich auf den frischen Spaltflächen, durch seine vorherrschend blauschwarze oder graugrüne (— bisweilen jedoch auch grauviolette oder braunrothe —) Farbe und durch seine größere Härte, sowie auch dadurch, daß er angefeuchtet nicht gleich wieder trocken wird und im trockenen Zustande nicht an der feuchten Lippe klebt. Obgleich sein Gemenge gewöhnlich kryptokrystallinisch erscheint, so läßt er doch sehr häufig schon von dem unbewaffneten Auge namentlich auf frischen Spaltflächen die einen oder die anderen seiner Gemengtheile sehr deutlich bemerken. Zu diesen bemerkbaren Gemengtheilen gehören vor allen wasserhaltige, Kali oder Natron besitzende, Glimmerarten, so der Damourit, Sericit, Paragonit, sowie auch Magnesiaglimmer, sodann Chlorit und Ottrelit, endlich Hornblendenadeln, Eisenglanzlamellen und Graphitkörnchen.

Bemerkung: Alle diese Gemengtheile kann man sehr oft deutlich mit der Loupe bemerken. Ist aber das Gemenge des Thonschiefers scheinbar dicht, dann muß man seine Masse pulverisiren, mit Wasser tüchtig umrühren und dann den Wasserschlamm über eine sanft geneigte, große Glastafel fließen lassen. Die einzelnen Arten seiner Gemengtheile werden sich dann je nach ihrem verschiedenen Gewichte zonenweise neben einander ablagern, so daß man sie schon mit der Loupe ziemlich sicher herausfinden kann. Bei dieser Untersuchungsart wird man außerdem noch bemerken, daß sich außer den eben genannten Mineralien auch sehr gewöhnlich noch Quarz und etwas Feldspath in seiner Masse befindet. Bei gar manchem Thonschiefer aber wird man bemerken, daß sich in seiner Masse auch noch eine amorphe, schwarzgraue Substanz befindet, welche sich bei der chemischen Untersuchung (z. B. vor dem Löthrohre) so verhält, wie ein von erhärteter Kieselsäure, Graphit oder Anthracit durchdrungener, Kali, Natron und Magnesia haltiger Thon.

Nächst den eben angegebenen Gemengtheilen des Urthonschiefers ist nun auch noch der Quarz zu nennen, welcher nicht nur der Thonschiefermasse mikro- oder kryptokrystallinisch beigemengt ist, sondern auch theils zwischen den Schiefer-, theils zwischen den Schichtenlagern, theils auch auf Ritzen und Spalten auftritt und bald nur Krystallnester und Knoten, bald auch Adern und Gänge oder Zwischenschichten bildet, welche stets parallel mit den sie umschließenden Thonschieferlagen ziehen und allen ihren Biegungen und Knickungen folgen.

Endlich kommt in den Centralalpen (z. B. in den Walliser und Salzburger Alpen) ein Kalkthonschiefer vor, welcher zwischen seinen einzelnen Thonschieferlamellen fein zertheilte Kalkspathlamellen besitzt.

Da, wo der Urthonschiefer mächtig entwickelt ist, bildet er in der Regel die obere Abtheilung der Urschieferformation. Er geht als-

§. 201. dann ſehr häufig einerſeits nach oben in den gemeinen Thon- oder Grauwackeſchiefer der ihn überlagernden Silurformation und andererſeits nach unten in den Urglimmerſchiefer über. Häufig aber bildet er auch

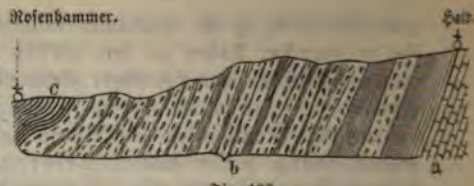


Fig. 132.

a = Quarzitſchiefer; b = Wechſellagerungen von Thonſchiefer mit Phyllitgneiß; c = Thonſchiefer.

Profil aus dem oſtbayeriſchen Waldgebirge (n. Gümbel).

Zwiſchenſchichten zwiſchen den Schichtmaſſen des letzteren oder zeigt er ſich auch geradezu in Wechſellagerung mit ihm oder auch mit Gneiß (z. B. am Bayeriſchen Walde, wie beifolgendes, aus Gümbel's Werk entlehntes, Profil (Fig. 132) zeigt.

Nach allem, im Vorſtehenden über den Urthonſchiefer Mitgetheilten, iſt dieſes Geſtein als eine Art Vermittelungsglied zwiſchen den unter ihm lagernden deutlich kryſtalliniſchen Geſteinen, — Gneiß, Glimmer-, Chlorit- und Hornblendeſchiefer — und den über ihm lagernden klaſtiſchen Gliedern der Grauwacke-Thonſchieferformation anzuſehen; denn mit jenen hat er die in ihm hervortretenden kryſtalliniſchen Mineralgemengtheile und die Uebergänge gemein, den klaſtiſchen Schiefern der Grauwackeformation dagegen nähert er ſich dann, wenn er eine dichte, unkryſtalliniſche, den Charakter des ehemaligen Geſchlämmtſeins an ſich tragende, Maſſe beſitzt, unmittelbar in den gemeinen Thonſchiefer übergeht und auch wohl Organismenreſte umſchließt. — Wie ſoll man ſich nun aber dieſe Doppelnatur denken? War der Urthonſchiefer nicht vielleicht das Urmuttermagma, aus welchem ſich in ſeinen unterſten Lagen, in welchen die Entwickelung der einzelnen Mineralgemengtheile in Folge von überreichlich vorhandenen chemiſchen Beſtandtheilen und ganz allmählich ſtattfindender Erſtarrung vollſtändig vor ſich gehen konnte, der Gneiß, in ſeinen mittleren Lagen aber, in welchen die feldſpathigen Beſtandtheile ſchon zu mangeln begannen und auch die Erſtarrung raſcher ſtattfand, der Glimmer-, Chlorit- und Hornblendeſchiefer, — und in ſeinen oberen Lagen, in denen die Erſtarrung am ſchnellſten vor ſich ging, der noch übrig gebliebene Reſt des Muttermagmas unentwickelt blieb und eben den Urthonſchiefer bildete? Wenigſtens ſpricht für dieſe Annahme außer den oben ſchon erwähnten, hauptſächlich in den unteren Schichtlagen bemerkbaren, Uebergängen auch der Umſtand, daß da, wo die drei Hauptglieder der azoiſchen Formationen, — Gneiß, Glimmer- und Urthonſchiefer — zuſammen auftreten, wie z. B. am Hohen Tauern im Rauriſer und Gaſteiner Thal, der Gneiß ſtets das unterſte und der Urthonſchiefer immer das oberſte Glied der azoiſchen Formationen bildet. — Andererſeits wurden nun aber die oberſten Lagen des Urthonſchiefers unaufhörlich von den über ihm ſtehenden Waſſerfluthen angenagt, zertrümmert, zerſetzt und ſo in ihren oberſten Lagen ganz oder theilweiſe in Schlamm umgewandelt, auf welchem Organismen erwuchſen und aus welchem das Material zur Bildung der ſiluriſchen Thonſchiefer und Sandſteine entſtand. Durch dieſe oberſten, theilweiſe zerſetzten und in Schlamm umgewandelten, Lagen des Urthonſchiefers entwickelten ſich dann die Uebergänge deſſelben in gemeinen Thonſchiefer.

3) Der Chloritſchiefer (vgl. §. 153), ein vorherrſchend graulich-blaugrünes, weiches, auf den Schnittflächen fettig anzufühlendes, ſonſt aber bald mehr dem Glimmerſchiefer, bald mehr dem Thonſchiefer,

manchmal auch dem Diabasschiefer ähnliches, Schiefergestein, bildet §. 301.
in manchen Gebieten der Urschieferformation nur untergeordnete und oft kaum bemerkliche, Schicht- und Lagermassen (z. B. am Thüringer Walde und in anderen Theilen des deutschen Mittelgebirgsbogens), während er in anderen Urschiefergebieten (— z. B. in den Walliser, Graubündtner, Engadiner, Veltliner, Salzburger und Kärthner Centralalpen [namentlich am Großglockner], am Ural und in Schottland) mit solcher Mächtigkeit auftritt, daß man ihn zu den Hauptgliedern der Urschieferformation rechnen muß. In den Alpengebieten (— so namentlich in der Umgebung des Monte Rosa, in den Bernina-Alpen, am Großglockner und Ankogl —) bildet er gewöhnlich eine Zwischenzone entweder zwischen dem Magnesiaglimmerschiefer und Kalkglimmerschiefer oder auch zwischen dem letzteren und dem Urthonschiefer, oft aber auch (— z. B. am Großglockner —) geradezu das oberste Glied der ganzen Formation. Bemerkenswerth erscheint es, daß er z. B. in den Centralalpen (— so am Schafberg in den Engadiner Alpen, am Großglockner, auch in den Zillerthaler Alpen —) häufig einerseits mit Talkschiefer und dann auch mit Serpentin in Verbindung steht und andererseits in Diorit- und Diabasschiefer („grünen Schiefer") übergeht. Da er nun sehr oft in seiner Masse Magneteisenerzkrystalle, Eisenglanz, Titaneisenerz, Titanit, Epidot, Talkthongranate, Bitter- und Dolomitspath und Strahlstein, — also lauter Umwandlungsproducte der Magnesiahornblende — umschließt, so glaubt man (z. B. G. Bischoff), daß er sowohl wie der, nicht selten ihn begleitende, Talkschiefer und Serpentin aus der Zersetzung und Umwandlung von Hornblende-, Diorit- und Diabasschiefer entstanden sei. In manchen Fällen, — namentlich da, wo sein Gemenge keinen Quarz und vielen Epidot enthält, — mag dieses zutreffen; in anderen Fällen aber scheint zumal der quarzhaltige ein Umwandlungsproduct des Magnesiaglimmerschiefers, in welchen er oft Uebergänge wahrnehmen läßt, zu sein.

4) Wie schon erwähnt, so zeigt sich der Chloritschiefer oft im Verbande mit Talkschiefer (vgl. §. 154), nicht selten aber bildet dieser letztere auch selbstständig sehr bedeutende Ablagerungsmassen in der Urschieferformation. Dieses letztere ist z. B. der Fall in den Tessiner Alpen, im mittleren (nördlich von Katharinenburg) und noch mehr im nördlichen Ural (von Nischnetagilsk an bis zum höchsten Norden), im Massachusetts, wo er in dem mächtigen Glimmerschieferzuge der Hoosac-Kette eine sehr ausgedehnte und breite Zone zusammensetzt, und in Brasilien, wo er von Boa-Vista bis Chiqueiro hin die eigentliche Lagerstätte der so berühmten brasilianischen Topase bildet. An mehreren der genannten Orte steht der Chloritschiefer im Verband mit Serpentin, Gabbro und Diorit und zeigt dann so mannichfache Uebergänge in diese Gesteine, daß man ihn für ein Umwandlungsproduct der letzteren halten muß, wozu noch kommt, daß er oft in seiner Masse die schon beim Chloritschiefer genannten Hornblendezersetzungsproducte zeigt. Bemerkenswerth erscheint noch, daß er

sowohl, wie der Chloritschiefer häufig Lager von krystallinisch-körnigem Kalk und goldhaltigem Quarzit umschließt.

§. 302. **Nähere Angaben über die untergeordneten Einlagerungsmassen der Urschieferformation.** — Die allgemeine Bildungsmasse der Urschieferformation muß sehr reich an überschüssiger Kieselsäure, Magnesia, Kalkerde und Eisenoxydul gewesen sein; denn es enthalten nicht nur die Hauptglieder dieser Formation vorherrschend die eben genannten chemischen Bestandtheile, sondern es bestehen auch die meisten der untergeordneten Einlagerungsgesteine mit Ausnahme des nur aus Kieselsäure bestehenden Quarzites vorzüglich aus den Verbindungen der Magnesia, Kalkerde und des Eisenoxydules theils mit Kieselsäure, theils mit Kohlensäure, so der Gneiß, der Hornblende-, Diorit- und Diabasschiefer, der Serpentin, der körnige Kalkstein und Dolomit. Unter diesen allen steht an Häufigkeit, Massenhaftigkeit und Verbreitung oben an:

1) der Quarzit, welcher wahrscheinlich in keinem Gebiete der Urschieferformation ganz fehlt, nach Naumann sogar seine Hauptheimath in derselben besitzt und bald nur in einzelnen Nestern und unbedeutenden, aber die sie umschließenden Urschiefermassen nach allen Richtungen hin durchschwärmenden, Adern und Lagern, bald auch in außerordentlich mächtigen und weit ausgedehnten Ablagerungszonen auftritt. Derselbe besteht entweder aus reiner, weißer Quarzmasse oder erscheint mehr oder weniger durchzogen theils von Glimmer, Chlorit, Turmalin oder Feldspath, theils auch von schuppigem Eisenglanz oder erdigem Rotheisenerz. Durch die erstgenannten Beimengungen desselben werden Uebergänge in Glimmer-, Chlorit- und auch Turmalinschiefer, hie und da auch in Granulit herbeigeführt; das Eisenoxyd aber erscheint entweder der Masse des Quarzites so innig beigemischt, daß es dieselbe gleichmäßig röthlich bis rothbraun färbt, oder es liegt abgesondert in Knollen und Kugeln inmitten der Quarzmasse und zwar nicht selten so, daß man nicht begreifen kann, wie es in diese letztere gelangt ist. Das Gefüge des Quarzites ist in der Regel krystallinisch-körnig oder dicht oder auch bei lagenweiser Vertheilung der ihm beigemengten Glimmer- oder Chloritblättchen mehr oder weniger flaserig bis fast schiefrig, bisweilen aber auch rundkörnig oder sandsteinähnlich; ja hie und da (z. B. in Tellemarken in Skandinavien und auch bei Ruhla am Thüringer Walde) kommen Quarzmassen vor, welche ein conglomeratisches Gefüge zeigen, indem eine körnige Quarzmasse eckige und abgerundete Brocken von dichtem Quarz, Rotheisenerz oder auch von Glimmerschiefer umschließt, — eine Erscheinung, welche sich vielleicht dadurch erklärt, daß eine Kieselsäurelösung in Gangspalten eindrang und bei ihrer Erstarrung die in denselben liegenden Trümmer von älterem Quarz ꝛc. unter einander verkittete. — Der gemeine körnige Quarzit ist gewöhnlich ungeschichtet; der dichte aber bildet deutliche Schichten, welche namentlich bei dem Quarzitschiefer nicht selten dünn sind und ganz regelmäßige, ebene Tafelplatten darstellen, welche gewöhnlich wagerecht über einander liegen, bisweilen sich aber auch mannichfach

gewunden zeigen (z. B. auf der Insel Anglesea und in Ben-Gloc in Schottland) — ein Zeugniß dafür, daß die Quarzmasse sich früher in einem biegsamen, teigartigen Zustande befunden haben muß. §. 302.

a. Gewissermaßen als ein Stellvertreter des Quarzitschiefers in der Urschieferformation tritt in manchen Gebieten zwischen dem Thonschiefer und Eisenglimmerschiefer der, aus einem Gemenge von Glimmer oder Chlorit und rundkörnigem Quarze bestehende, häufig goldhaltige, oft elastisch biegsame, Gelenkquarz oder Itakolumit auf, so in Brasilien, wie in der Beschreibung dieses Gesteines §. 199 schon angegeben worden ist.

b. Schließlich ist noch zu bemerken, daß auch der Kieselschiefer hie und da in meist dünnen Zwischenschichten nicht bloß in den oberen Regionen des Urthonschiefers, sondern auch zwischen dem Glimmerschiefer selbst vorkommt.

2) Wie der Glimmerschiefer in der Urgneißformation eine untergeordnete Rolle spielt, so ist dieses mit dem Gneiße in der Urschieferformation. Wenn er auch im Gebiete des Glimmerschiefers (z. B. am Ringberge bei Ruhla, wie bei dem Glimmerschiefer schon erwähnt wurde, oder in Sachsen zwischen Oederan, Augustusburg und Eppendorf) und des Urthonschiefers (z. B. im Reußischen bei Tiefengrün und Hirschberg) nicht selten in Lagern oder Stöcken auftritt, so sind diese letzteren doch gewöhnlich nicht mächtig genug, um den Gneiß als ein Hauptglied der Urschieferformation betrachten zu können, wozu noch kommt, daß die Masse dieser Gneiße in den meisten Fällen eigentlich nur als ein Uebergangsgestein vom Glimmerschiefer zum Gneiß anzusehen ist.

3) Auch die Hornblendegesteine spielen nur eine untergeordnete Rolle, obwohl namentlich der Hornblendeschiefer im Gebiete des Magnesiaglimmer- und Chloritschiefers (z. B. in Schlesien) und selbst des Thonschiefers (z. B. in der Grafschaft Glatz) häufig Einlagerungen bildet. Ein merkwürdiger, viel schwarzen Glimmer und Kalkspath haltiger, Dioritschiefer bildet dicht vor Ruhla im Glimmerschiefer des Ringberges einen bedeutenden Lagerstock, dessen Schichtmassen mannichfach gebogen erscheinen, während die ihn einschließenden Glimmerschiefermassen keine gebogenen Schichten zeigen. Hinter Ruhla dagegen tritt am Mittelraine ein schön ausgebildeter Diorit unmittelbar über Rotheisenerz auf und verbreitet sich weit durch den eben genannten Berg. — Wie nun Hornblendegesteine hauptsächlich im Gebiete des Glimmerschiefers auftreten, so finden sich Einlagerungen von augitischen Grünsteinen (Diabasschiefer und Diabastuff) vorherrschend im Thonschiefer, so am Erzgebirge bei Herzogswalde, im Triebischthale, bei Lößnitz, Hartenstein und Auerbach (nach Naumann).

4) In denjenigen Glimmer- und Urthonschiefergebieten, in welchen der Chlorit- und Talkschiefer mächtig entwickelt vorkommt, treten auch häufig Lager und Lagerstöcke von Serpentin auf. So zeigen sich in den Engadiner Alpen zwischen Campfer und Maloggia prächtige,

§. 302. dunkelgrüne Serpentinſtöcke, deren Maſſe von edlem Serpentin, Asbeſt und Strahlſtein durchzogen iſt, zwiſchen aufrecht ſtehenden, chloritiſchen Thonſchiefern. Ebenſo treten am Schafberg hinter Pontreſina im Oberengadin zwiſchen Glimmerthonſchieferſchichten zuerſt Talkſchiefer, dann zwiſchen dieſen Lapez- oder Speckſtein und endlich zwiſchen dieſen Serpentin auf, welcher beiderſeits in Speckſtein und durch dieſen in Talkſchiefer übergeht. — In gewaltiger Mächtigkeit und Ausdehnung zeigt ſich der Serpentin der Urſchieferformation im Ural, wo er nach G. Roſe im ſüdlichen Ural bei Miask und Kyſchtimsk, dann im mittleren Ural bei Newjansk und Niſchnetagilsk zum Theil den Hauptrücken des Gebirges bildet, und endlich im nördlichen Ural bei Kuſchwinsk, Turinsk und Bogoslowsk auftritt und überall den Urſchiefern gleichmäßig eingelagert erſcheint. — Auch in Schottland tritt er z. B. bei Inverneß und namentlich bei Portſoy in mächtigen Lagerſtöcken auf. — Endlich gehört auch das, durch ſeinen Gehalt von Arſeneiſen und Magnetkies bekannte und mit Dolomit verbundene, Serpentinlager im Glimmerſchiefer von Reichenſtein in Schleſien hierher.

5) Mit dem Serpentine, aber auch ohne ihn, kommen in der Urſchieferformation oft auch Lager und Stöcke von weißem, bräunlichem oder grauem, körnigem oder dichtem, Kalkſtein und Dolomit vor, von denen viele ganz das Gepräge an ſich tragen, daß ſie in ganz ähnlicher Weiſe wie die Einlagerungen des körnigen Kalkſteines in der Urgneißformation entſtanden ſind. Hauptſächlich gilt dieſes von den im Gebiete des Glimmerſchiefers vorkommenden Kalkſteineinlagerungen, welche vorherrſchend ein körnig-kryſtalliniſches Gefüge und viele der ſchon beim Kalkſtein der Gneißformation erwähnten Mineralien, vor allen aber Magneſiaſilicate haltige, ſo Magneſiagranate, Hornblende, Grammatit, Magneſiaglimmer, Chlorit, Talk und Serpentin, außerdem auch Quarzkryſtalle und Graphit, enthalten. Dieſe, dem Glimmerſchiefer angehörigen, körnig-kryſtalliniſchen Kalkſteine, welche unter anderen in mächtiger Entwickelung in der Umgegend von Wunſiedel, Thiersheim und Hohenberg am Fichtelgebirge vorkommen und z. B. bei Göpfersgrün ein bedeutendes Lager von Speckſtein umſchließen und auch viel Graphit enthalten, ſcheinen aus den Ueberreſten einer urſprünglichen Kalklöſung entſtanden zu ſein. Indeſſen nicht bloß im Glimmerſchiefer, ſondern auch im Urthonſchiefer zeigen ſich vorzüglich da, wo Hornblende, Chlorit, Talk und Serpentin vorhanden iſt, oft ſehr bedeutende Kalkſteinablagerungen, deren Maſſe aber vorherrſchend dicht iſt und nur ſelten Spuren von eingewachſenen Mineralkryſtallen zeigt, dagegen häufig Bruchſtücke von den ſie umgebenden Geſteinsmaſſen einſchließt und dabei nicht ſelten in alle Ritzen und Höhlungen, ja ſelbſt in die Schieferungsſpalten des Thon- und Glimmerſchiefers eindringt. Dieſe dichten Kalkſteine ſind jedenfalls ſpäterer Entſtehung als die ſie umgebenden Geſteinsablagerungen. Vielleicht ſind ſie aus der Zerſetzung der ſie einſchließenden Grünſtein- und Hornblendegeſteine entſtanden; wenigſtens ſpricht dafür

einerseits ihr Zusammenvorkommen mit anderen Zersetzungsproducten §. 302.
der Hornblende, so mit Chlorit-Talkschiefer, Serpentin und Braun-
eisenerz und andererseits ihr häufiger Gehalt von kohlensaurer
Magnesia, wodurch sie nicht selten zu wahren Dolomiten werden,
wie dieses z. B. in der Gegend von Wunsiedel und Redwitz der
Fall ist. — Da, wo diese Kalksteine unmittelbar zwischen Glimmer-
schiefer, Thonschiefer, Hornblendeschiefer oder Serpentin lagern, wie
dieses an mehreren Orten der Engadiner Alpen oder auch des Hohen
Tauern der Fall ist, zeigen sich merkwürdige Uebergänge derselben
in die sie einschließenden Gesteine. Es treten in ihrer Masse erst
einzelne und zerstreut liegende Glimmer-, Chlorit-, Talk- oder Thon-
schieferschuppen ein; nach den beiderseitigen Grenzzonen hin nehmen
dann diese Schuppen immer mehr zu und bilden größere zusammen-
hängende Lamellen, welche parallel mit den Schieferlagen der den
Kalkstein einschließenden Glimmer- und Thonschieferlagen vertheilt
erscheinen; an den Berührungsflächen mit diesen letzteren endlich
überwiegen die Glimmer-, Talk- oder Thonschieferlamellen die Masse
des sie einschließenden Kalksteines so, daß dieselbe nur noch dünne
Lagen zwischen den Glimmer-, Talk- oder Thonschieferlagen bildet
und auf diese Weise zu Kalkglimmerschiefer, Kalktalkschiefer
oder Kalkthonschiefer geworden ist. In ähnlicher Weise gehen
diese Kalksteine durch Aufnahme von Hornblendenadeln allmählich in
Kalkdiorite und durch Aufnahme von Serpentinmasse erst in Ophi-
calcit, dann in kalkhaltigen Serpentin und endlich an ihrer Grenze
in wirklichen Serpentin über. — Endlich fehlt es auch nicht an
Beispielen, daß die Kalksteinlager nach ihren Grenzen hin in kohlige
und graphitische Schiefer übergehen (z. B. in Mähren und
Nordamerika).

Obgleich auch schon in Europa, z. B. in den Centralalpen, in
Mähren, im Fichtelgebirge, in den Sudeten und in Schottland (am
Loch Laggan) zahlreiche und bedeutende Kalksteinlager in der Ur-
schieferformation vorkommen, so befindet sich doch wohl das mächtigste
unter allen in Nordamerika, wo auf dem nordwestlichen Abfalle der
Alleghanys von Canada bis nach Alabama eine fast ununterbrochene
Kette von Kalksteinlagern auftritt.

6) Statt des Kalksteines oder Dolomites treten hie und da in den
Alpen, so vor allen an der Südseite des St. Gotthards und am
Mocherberge bei Winklern in den Kärnthner Alpen, bedeutende
Gypslager im Glimmerschiefer auf. Nach Rengger (Beiträge
zur Geognosie I, 54) soll die, fast 4000 Fuß mächtige, weiße, oft
mit zarten Talkschuppen untermengte, Gypsablagerung ursprünglich
Anhydrit gewesen sein.

Außer den bis jetzt betrachteten mineralischen Einlagerungen kommen
nun auch in der Urschieferformation nicht selten mehr oder minder mächtige
Lager und Stöcke von Erzen, sowie Erz führende Schiefer-
schichten vor.

§. 302. 1) Unter den Erzlagern machen sich ganz besonders die Lagerstöcke von Rotheisenerz und Magneteisenerz bemerkbar. — Sie zeigen sich vorzüglich im Gebiete des Glimmerschiefers, treten hauptsächlich in der Gesellschaft von Hornblendegesteinen, Chloritschiefer, Kalkstein oder Quarz auf und bilden entweder für sich allein massige Ablagerungen oder erscheinen im Gemenge einerseits von Kalk- und Magnesiasilicaten, so von Hornblende, Strahlstein, Chlorit, Talk, Augit, Epidot, Granat, Vesuvian, Axinit und Turmalin und andererseits von Schwefelmetallen, so von Eisenkies, Magnetkies, Arsenkies, Kupferkies, Bleiglanz, Zinkblende u. s. w. — Die Rotheisenerzstöcke bestehen theils aus derbem Rotheisenstein, theils aus Eisenglanz, welcher oft prächtig krystallisirt ist. Das derbe Rotheisenerz zeigt sich dann weiter rein oder noch häufiger so verkieselt, daß es in Jaspis, Hornstein und Eisenkiesel übergeht. Im letzten Falle umschließt es dann nicht selten Drusen und Adern von Quarzkrystallen oder Amethyst (so z. B. bei Ruhla am Mittelraine, Ring- und Wasserberg). Außerdem aber erscheint es auch oft mit Kalkspath, Aragonit, Dolomit und Chlorit untermengt. — Berühmt durch prachtvolle Eisenglanzkrystalle ist das mächtige Rotheisenerzlager südlich von Rio auf der Insel Elba; reich an mineralstrotzenden Rotheisenerzlagern ist auch das Erzgebirge (namentlich das Gebiet von Schwarzenberg und Breitenbrunn), Schlesien (bei Rudelstadt und Kupferberg, am südlichen Abfalle des Altvaters in der Umgebung der Oppa und Mora), Ungarn (so bei Prakendorf zwischen Einsiedel und Göllnitz). —

Mit diesen Rotheisenerzlagern steht oft auch Magneteisenerz in Verbindung (so z. B. in den eben genannten Districten Oberschlesiens), nicht selten aber bildet dieses letztere auch theils für sich allein, theils in Gesellschaft mit den oben genannten Mineralien bedeutende Lagermassen (so in Sachsen bei Ehrenfriedersdorf und im Banate).

2) Die erzführenden Gesteinsschichten der Urschieferformation, welche den Fahl- oder Fallbändern im Urgneißgebiete entsprechen, bestehen vorherrschend entweder aus Chlorit-, Talk- oder chloritischem Glimmerschiefer oder aus Quarzit (oder statt dessen aus Itakolumit). Die erstgenannten Schiefer enthalten in ihrer Masse oft so viel Eisenglanz, Magneteisenerz, Eisenkies, Kupferkies, Arsenkies, Glanzkobalt, Zinkblende, Zinnerz und Bleiglanz eingesprengt, daß sie eigentlich als Gemenge von diesen Erzen und der Schiefermasse zu betrachten sind und zum Bergbau Veranlassung geben. Dieses ist unter anderem der Fall mit dem an Glanzkobalt, Kupferkies und Zinkblende reichen Glimmerschiefer bei Querbach in Schlesien und mit dem an Kupferkies und Granaten reichen Glimmerschiefer von St. Marcel im Aostathal (in Savoyen). — Die Quarzitlager dagegen scheinen, zumal wenn sie im Chlorit- und Talkschiefer auftreten, vorzüglich die Heimathsstätten des Goldes zu sein. Zwar erscheint dasselbe oft so fein zertheilt in der Quarzmasse, daß man

es kaum bemerkt, aber nicht selten auch ist dasselbe in so großer Menge vorhanden, daß es gewinnungswerth erscheint. Dieses ist unter anderem der Fall in den Tyroler Alpen bei Zell im Zillerthal, in den Salzburger Alpen am Goldberg bei Gastein, in den Kärthner Alpen auf dem Zirknitzer Joche, noch weit mehr aber in verschiedenen Gebieten Nordamerikas (in Virginia, Carolina, Georgia, Californien u. s. w.).

Organismenreste in der Urschieferformation. — Obgleich die kohligen und graphitischen Schiefer reich an Kohlenstoff sind, was auf das ehemalige Vorhandensein von Organismen hindeutet, — wenn man anders nicht diesen Kohlenstoffgehalt für ein schon vom Anbeginne der Erdrindebildungen an in der allgemeinen Bildungsmasse vorhandenes Element halten will, — so hat man bis jetzt doch weder in den Glimmer-, Chlorit- und Talkschiefern, noch in den Kalksteinen der Urschieferformation Spuren von Organismen gefunden. Erst in den obersten, aus Conglomeraten, Sandsteinen, Quarziten und Thonschiefern bestehenden, das sogenannte Cambrische System in Wales bildenden, und wahrscheinlich eine Zwischenformation zwischen der Urschiefer- und Silurformation darstellenden, Ablagerungsmassen hat man in den Thonschiefern wurmförmige Abdrücke scheinbar von Ringelwürmern oder Anneliden (Arenicolites didymus und sparsus), Crinoiden-Stielglieder (z. B. in Bayern und Böhmen) und Reste scheinbar von Fucoiden, welche Forbes Oldhamia antiqua (Fig. 133) genannt hat, gefunden. §. 303.

Fig. 133. Oldhamia antiqua.

Bemerkung. Es ist schon bei der Beschreibung des Thonschiefers bemerkt worden, daß in den obersten Regionen der Urschieferformation Conglomerate, Sandsteine und Thonschiefer auftreten, welche deutliche Uebergänge in den silurischen Thonschiefer zeigen und das Gepräge von klastischen Gesteinen an sich tragen. In Wales und Ireland, wo diese Ablagerungen sehr deutlich entwickelt auftreten, bilden dieselben, wie gesagt, eine Art Uebergangsformation von der Urschiefer- zur Silurformation, welche man Cambrisches System (von Cambria, dem alten Namen von Wales) genannt hat. War aber auf dem Grunde des Oceanes einmal eine sandig-schlammige, mit gelösten Mineralsalzen versorgte, Schichte vorhanden, so konnte dieselbe auch das Bildungsbett von Schlammwürmern und Algen abgeben.

Ablagerungsweisen, Lagerungsverhältnisse und Gebirgsbildung der Urschieferformation. — Kein Theil der Erdrinde hat während und nach der Entwickelungszeit seiner Bestandesmassen soviel Störungen und Veränderungen erlitten als die azoische Formation. Denn indem sie mit ihren erstarrenden Massen die Gas- und Dampfausströmungen des noch im glühenden Schmelze befindlichen Erdinneren hemmte, wälzten sich diese unter und zwischen den schon erstarrten, aber noch dehnbar weichen, Erdrindemassen hin und her, dieselben wellig hebend und senkend, umbiegend, knickend, kräuselnd, in oder über einander schiebend, sich zwischen ihre Ablagerungen drängend und dieselben nach allen Richtungen auseinander zwängend, so daß dann die von ihnen in die Höhe getriebenen Schmelzmassen des Erdinnern sich nicht bloß durch alle senkrechten Spalten einen Ausweg zur Erdoberfläche erbrechen, sondern auch in die von den Dämpfen §. 304.

§. 304. auseinander getriebenen Schichtenſpalten drängen und in dieſer Weiſe nicht nur nach Außen ſtreichende Gänge, Stöcke, Decken und Kuppen, ſondern auch zwiſchen den einzelnen Schichtmaſſen der jungen Erdrinde weit ausgedehnte Lager und Zwiſchenſchichten bilden und dabei auch den mineraliſchen Beſtand und das Gefüge der ſie umſchließenden Geſteinsablagerungen umändern konnten. So wirthſchafteten ſchon während und kurz nach der Entwickelung der Primitivablagerungen die vulcaniſchen Dämpfe, Gaſe und Mineralmaſſen mit dieſen Ablagerungen, aber ebenſo wirkten nun auch dieſe Producte des Erdinnern in allen ſpäteren Entwickelungszeiten der Erdrinde auf dieſelben ein; denn immer blieben dieſe unterſten Erdrindeſchalen die zuerſt zu durchbrechende Abſperrungsmauer für die entweichen wollenden Vulcanenſtoffe des Erdinnern. Die Folge von allem dieſen aber war, daß die Ablagerungsmaſſen der Primitivformation zumal da, wo ſie nicht ſchon gleich nach ihrer Erſtarrung ſo weit in die Höhe getrieben worden waren, daß die oceaniſchen Fluthen keine neuen Ablagerungen weiter auf ihnen abſetzen konnten, ſoviel Störungen in ihrer Zuſammenfügungsweiſe erleiden mußten, wie keine der ſpäter erfolgenden Erdrindebildungen. Trotz aller dieſer Störungen indeſſen laſſen ſich doch folgende, überall in dem Gebiete der Urſchieferformation hervortretende, allgemeine Ablagerungsweiſen ihrer Maſſen beobachten:

1) Die Glieder der Urſchieferformation lagern, ſoweit bis jetzt die Beobachtungen reichen, *ſtets auf den Gliedern der Urgneißformation und zwar vorherrſchend in concordanter Ablagerung*; ja in den meiſten Fällen nehmen dieſe letzteren ganz gleichen Antheil an den Veränderungen, welche die Urſchiefer in ihrer Ablagerungsweiſe erlitten haben.
2) Die Hauptglieder der Urſchieferformation, welche den ganzen geognoſtiſchen Charakter dieſer Formation beſtimmen, ſind *Urglimmerſchiefer* und *Urthonſchiefer*, Geſteine, welche beide *deutlich geſchiefert und geſchichtet* ſind. Von ihnen bildet der erſtere die untere, der Urthonſchiefer aber die obere Etage oder Zone der Urſchieferformation. Und während der Glimmerſchiefer nach unten den Uebergang zur Gneißformation bildet, zeigt der Urthonſchiefer nach oben mannichfache Uebergänge zu den Schiefern der Silurformation.
3) Wie ſchon bemerkt, ſo nehmen die Ablagerungen der Urgneißformation in den meiſten Fällen gleichen Antheil an den Veränderungen, welche die Schichtmaſſen der Urſchieferformation in ihren Ablagerungsweiſen erlitten haben, und zeigen ſich dann in der Regel in *concordanten* Lagerungsverhältniſſen mit den Schichten dieſer letzteren. Es kommen indeſſen auch Fälle vor, in welchen die Urgneißablagerungen *nicht in gleichförmiger* Lagerung mit den Urſchieferſchichten erſcheinen:
   a. wenn die Veränderungen in der Ablagerungsform der ganzen azoiſchen Formationsmaſſe in einer Zeit vor ſich gingen, in welcher die Urgneißmaſſe ſchon vollſtändig erſtarrt, die Urſchiefermaſſe aber noch weich, bieg- und dehnſam war. Wurde z. B. in dieſer Zeit eine Ablagerungsmaſſe der Primitivformation an ihren gegenſeitigen Seitenrändern ſtark in die Höhe gehoben, ſo

§. 304. knickten die schon erstarrten Urgneißschichten der so gehobenen Primitivformation in ihrer Centralaxe unter einem scharfen Winkel abwärts ein, so daß dieselben mit ihren Schichten steil abfielen, während die über ihnen lagernden Urschieferschichten nur beckenförmig eingebogen wurden und unter einem viel stumpferen Winkel einfielen (Fig. 134 z. B. in Michigan);

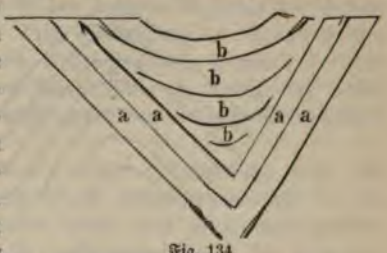


Fig. 134.
a: Urgneiß; b: Urglimmerschiefer.

b. wenn die Hebung einer Primitiv-Ablagerung nur an einer Seite derselben längs einer Spalte vor sich ging. In diesem Falle konnten die Urgneißschichten so stark gehoben werden, daß sie entweder nach der nicht gehobenen Seite hin übergebogen wurden und nun die über ihr lagernden Urschieferschichten so umknickten, daß auf dieser Seite die Urgneißschichten zuoberst und die Glimmer- oder Thonschieferschichten zuunterst zu liegen kamen (Fig. 135 am Thüringer Walde). Bei dieser einseitigen Hebung konnte es aber auch vorkommen, daß die Urschieferschichten, zumal wenn sie noch nicht erhärtet waren, auf der, durch die einseitige starke Hebung entstandenen, schiefen Fläche abwärts gleiteten und dabei sich entweder in einander schoben (Fig. 136) und um einander herumbogen oder an dem Fuße ihrer schiefen Ablagerungsfläche unter einem sanfteren Winkel ausbreiteten.

Fig. 135.
a: Gneiß; b: Urglimmerschiefer; c: Urthonschiefer.

Fig. 136.
a: Gneiß; b: in einander geschobene Glimmerschieferschichten; d: Granit.

4) Abgesehen von diesen mehr abnormen Ablagerungsweisen machen sich namentlich in der Primitivformation bemerklich:

a. die blasen-, kuppel- oder rückenförmige Ablagerung, bei welcher die Glieder der Gneiß-Urschieferformation gleichförmig parallel übereinander, aber mit ihren Schichten umgekehrt fächer-

§. 304. förmig oder ſynklinal liegen (Fig. 137). Iſt in dieſem Falle die Hebung der Ablagerungsmaſſen nicht ſo ſtark geweſen, daß

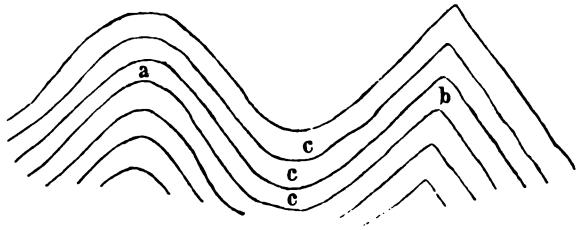


Fig. 137.
a und b: Synklinale und c: antiklinale Gneiß- und Glimmerſchieferſchichten.

die gehobenen Maſſen auf dem Gipfel ihrer Auftreibung auseinander geriſſen wurden, dann bildet der Urthonſchiefer oder, wo er fehlt, der Glimmerſchiefer eine vollſtändige Decke über den unter ihm lagernden übrigen Schichtmaſſen der Primitivformation, ſo daß dieſe letztgenannten Ablagerungsglieder nur da bemerkt werden, wo ein tiefes Querthal den ganzen Erhebungsrücken durchſchneidet. — Iſt dagegen eine ſolche blaſen- oder rückenförmige Auftreibung der Gneiß-Urſchieferformation ſo ſtark geweſen, daß die Schichtmaſſen der letzteren längs des Gipfels ihrer Auftreibung auseinander geriſſen wurden, dann treten längs des Hebungsrückens die Schichtköpfe aller gehobenen Formationenglieder parallel neben einander hinlaufend hervor, ſo daß der Gneiß einen, auf ſeinen beiden Längsſeiten von Glimmer- und Thonſchieferzonen eingefaßten Rücken bildet, — oder es erſcheinen die Schichten der Gneiß-Urſchieferformation von dem Hebungsrücken aus fächerförmig oder divergirend auseinander fallend, ſo daß die Gneißſchichten den Gipfel des aufgetriebenen Rückens bilden und ſich ſeitwärts über die Glimmerſchichten biegen, während die Schichtenköpfe dieſer letzteren an den beiden Gehängen des Rückens hervortreten und über dem Thonſchiefer lagern, welcher ſelbſt nun wieder an den beiderſeitigen Fußgehängen des Rückens lagert (Fig. 138). Bei der blaſenförmigen Hebung

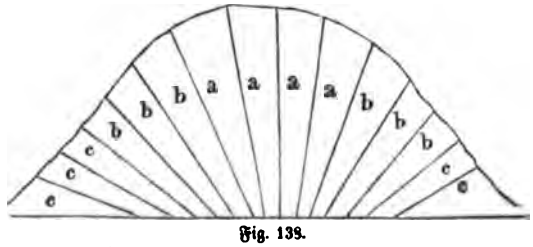


Fig. 138.
a: Gneiß; b: Glimmerſchiefer; c: Urthonſchiefer.

der Urgneiß-Glimmerſchieferformation kommt
daß bei ſonſt gleichförmig parallel überei

massen der Gneiß oder auch der Glimmerschiefer den Gipfel oder §. 304.
Rücken der Auftreibung einnimmt, während der Thonschiefer entweder ganz fehlt oder erst in den unteren Regionen der beiderseitigen Abhänge auftritt. Diese Erscheinung deutet darauf hin, daß die Erhebung der Gneiß-Urschieferglieder entweder vor der Bildung des Urthonschiefers stattgefunden hat oder daß dieser durch den Verwitterungsproceß zerstört und durch Wasserfluthen weggespühlt worden ist.

b. Die becken- oder muldenförmige Ablagerung zeigt die sämmtlichen Schichtmassen der Gneiß-Urschieferformation in corcordanter, theils sanft concaver, theils auch mehr oder weniger spitzwinkelig eingeknickter, also synklinaler Lage. Sie tritt entweder für sich allein auf oder erscheint noch häufiger im Verbande mit der kuppel- oder rückenförmigen Ablagerung und bildet alsdann

c. die gefaltete, gekräuselte oder zickzackig wellenförmige Ablagerungsweise, bei welcher gewöhnlich die kuppel- und muldenförmig gebogenen Schichtensysteme vielfach mit einander abwechseln, und welche entweder dadurch, daß die zwischen zwei in einer Linie liegenden blasenförmigen Schichtauftreibungen liegenden Schichtmassen niederwärts einsinken oder eingeknickt werden, oder dadurch hervorgerufen wird, daß eine von vulcanischen Dämpfen oder auch von Wasser durchdrungene Ablagerungsmasse sich in der Richtung ihrer Schichtenlage ausdehnen will, aber daran gehindert wird durch massige Gänge vulcanischer Gesteine (z. B. durch Granit), welche die sich ausdehnen wollende Masse auf zwei entgegengesetzten Seiten begrenzen und einengen.

Bemerkung: Der Verfasser hat die wellenförmigen Einknickungen von Schichtmassen sehr deutlich zu beobachten Gelegenheit gehabt an einer Anhydritablagerung, welche in einer Zechsteinmulde am Kyffhäusergebirge eingebettet liegt und bei ihrer Umwandlung in Gyps mannichfach wellig gehoben und eingesenkt erschien. Er ist daher der Ansicht, daß überhaupt wohl die meisten welligen und gekräuselten Ablagerungen in der oben angegebenen Weise entstanden sind.

Die eben kurz angegebenen Hauptablagerungsweisen sind die Ursache, daß die Glieder der Urschieferformation meistens mehr oder weniger lang gezogene, bald wall-, bald blasenförmige Berg- und Gebirgszüge zusammensetzen, welche gewöhnlich einen sanft gewölbten, plateauförmig ausgebreiteten Rücken und ziemlich gleichmäßig abfallende Gehänge zeigen. Sehr oft aber ist der Rücken dieser Gebirgszüge sehr schmal und das Gehänge ihrer einen Seite schroffer als das der anderen Seite. Und endlich kommt es auch vor, daß diese Gebirge gar keinen eigentlichen Rücken besitzen, sondern daß das eine lang ausgestreckte und sanft ansteigende Gehänge derselben auf der Rückenlinie unmittelbar in das gegenständige, kurz und
Gehänge übergeht, wie dieses z. B. der Fall am Erz-
walde und den Vogesen der Fall ist. Bei diesen
Gebirgsbildung kommt es dann oft vor, daß der

§. 304. förmig oder ſynklinal liegen (Fig. 137). Iſt in dieſem Falle die Hebung der Ablagerungsmaſſen nicht ſo ſtark geweſen, daß

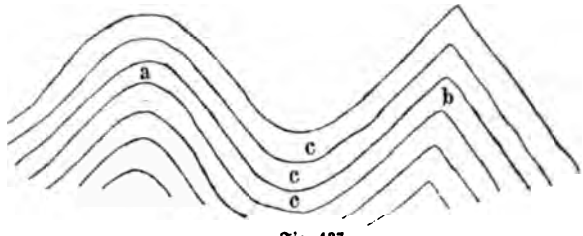


Fig. 137.
a und b: Synklinale und c: antiklinale Gneiß- und Glimmerſchieferſchichten.

die gehobenen Maſſen auf dem Gipfel ihrer Auftreibung auseinander geriſſen wurden, dann bildet der Urthonſchiefer oder, wo er fehlt, der Glimmerſchiefer eine vollſtändige Decke über den unter ihm lagernden übrigen Schichtmaſſen der Primitivformation, ſo daß dieſe letztgenannten Ablagerungsglieder nur da bemerkt werden, wo ein tiefes Querthal den ganzen Erhebungsrücken durchſchneidet. — Iſt dagegen eine ſolche blaſen- oder rückenförmige Auftreibung der Gneiß-Urſchieferformation ſo ſtark geweſen, daß die Schichtmaſſen der letzteren längs des Gipfels ihrer Auftreibung auseinander geriſſen wurden, dann treten längs des Hebungsrückens die Schichtköpfe aller gehobenen Formationenglieder parallel neben einander hinlaufend hervor, ſo daß der Gneiß einen, auf ſeinen beiden Längsſeiten von Glimmer- und Thonſchieferzonen eingefaßten Rücken bildet, — oder es erſcheinen die Schichten der Gneiß-Urſchieferformation von dem Hebungsrücken aus fächerförmig oder divergirend auseinander fallend, ſo daß die Gneißſchichten den Gipfel des aufgetriebenen Rückens bilden und ſich ſeitwärts über die Glimmerſchichten biegen, während die Schichtenköpfe dieſer letzteren an den beiden Gehängen des Rückens hervortreten und über dem Thonſchiefer lagern, welcher ſelbſt nun wieder an den beiderſeitigen Fußgehängen des Rückens lagert (Fig. 138). Bei der blaſenförmigen Hebung

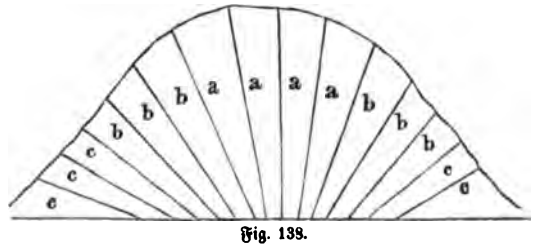


Fig. 138.
a: Gneiß; b: Glimmerſchiefer; c: Urthonſchiefer.

der Urgneiß-Glimmerſchieferformation kommt es endlich auch vor, daß bei ſonſt gleichförmig parallel übereinander lagernden Schicht-

massen der Gneiß oder auch der Glimmerschiefer den Gipfel oder §. 304.
Rücken der Auftreibung einnimmt, während der Thonschiefer entweder ganz fehlt oder erst in den unteren Regionen der beiderseitigen Abhänge auftritt. Diese Erscheinung deutet darauf hin, daß die Erhebung der Gneiß-Urschieferglieder entweder vor der Bildung des Urthonschiefers stattgefunden hat oder daß dieser durch den Verwitterungsproceß zerstört und durch Wasserfluthen weggespühlt worden ist.

b. Die becken- oder muldenförmige Ablagerung zeigt die sämmtlichen Schichtmassen der Gneiß-Urschieferformation in concordanter, theils sanft concaver, theils auch mehr oder weniger spitzwinkelig eingeknickter, also synklinaler Lage. Sie tritt entweder für sich allein auf oder erscheint noch häufiger im Verbande mit der kuppel- oder rückenförmigen Ablagerung und bildet alsdann

c. die gefaltete, gekräuselte oder zickzackig wellenförmige Ablagerungsweise, bei welcher gewöhnlich die kuppel- und muldenförmig gebogenen Schichtensysteme vielfach mit einander abwechseln, und welche entweder dadurch, daß die zwischen zwei in einer Linie liegenden blasenförmigen Schichtauftreibungen liegenden Schichtmassen niederwärts einsinken oder eingeknickt werden, oder dadurch hervorgerufen wird, daß eine von vulcanischen Dämpfen oder auch von Wasser durchdrungene Ablagerungsmasse sich in der Richtung ihrer Schichtenlage ausdehnen will, aber daran gehindert wird durch massige Gänge vulcanischer Gesteine (z. B. durch Granit), welche die sich ausdehnen wollende Masse auf zwei entgegengesetzten Seiten begrenzen und einengen.

Bemerkung: Der Verfasser hat die wellenförmigen Einknickungen von Schichtmassen sehr deutlich zu beobachten Gelegenheit gehabt an einer Anhydritablagerung, welche in einer Zechsteinmulde am Kyffhäusergebirge eingebettet liegt und bei ihrer Umwandlung in Gyps mannichfach wellig gehoben und eingesenkt erschien. Er ist daher der Ansicht, daß überhaupt wohl die meisten welligen und gekräuselten Ablagerungen in der oben angegebenen Weise entstanden sind.

Die eben kurz angegebenen Hauptablagerungsweisen sind die Ursache, daß die Glieder der Urschieferformation meistens mehr oder weniger lang gezogene, bald wall-, bald blasenförmige Berg- und Gebirgszüge zusammensetzen, welche gewöhnlich einen sanft gewölbten, plateauförmig ausgebreiteten Rücken und ziemlich gleichmäßig abfallende Gehänge zeigen. Sehr oft aber ist der Rücken dieser Gebirgszüge sehr schmal und das Gehänge ihrer einen Seite schroffer als das der anderen Seite. Und endlich kommt es auch vor, daß diese Gebirge gar keinen eigentlichen Rücken besitzen, sondern daß das eine lang ausgestreckte und sanft ansteigende Gehänge derselben auf der Rückenlinie unmittelbar in das gegenständige, kurz und steil abfallende Gehänge übergeht, wie dieses z. B. der Fall am Erzgebirge, dem Schwarzwalde und den Vogesen der Fall ist. Bei diesen letzten beiden Arten der Gebirgsbildung kommt es dann oft vor, daß der

§. 306. und mächtig iſt. So kommt am Ringberge bei Ruhla ein Felſitporphyr vor, welcher in dem ihn um- und überlagernden Glimmerſchiefer nach oben ganz auskeilt, obgleich er einer viel jüngeren Zeitperiode angehört, als der Glimmerſchiefer.

2) Das Eruptivgeſtein erſcheint in die Maſſe des jüngeren Sedimentes mehr oder weniger eingedrungen, ſo daß es den Anſchein hat, als ſei es in demſelben emporgeſtiegen. In dieſem Falle deutet einerſeits das Abgeſchliffene und Abgerundete, ja auch nicht ſelten die theilweiſe Zerſetzung der Oberfläche des ſcheinbar eingedrungenen Eruptionsgeſteines und andererſeits die um dasſelbe ſtattfindende wagerechte Ablagerung des umhüllenden Sedimentes ſowie auch der Umſtand auf die Bildungszeit des Eruptivgeſteines hin, daß die umhüllenden Sedimente häufig Trümmer von dem umhüllten Eruptivgeſteine enthalten und mit dieſen Conglomerate und Sandſteine bilden. Dieſer Fall findet namentlich da ſtatt, wo die azoiſchen Formationen während der Zeit, in welcher ſie noch von dem Oceane bedeckt waren, von einem Eruptivgeſteine durchbrochen wurden, welches nun von den oceaniſchen Fluthen ſo lange benagt, abgeſchliffen und theilweiſe zertrümmert wurde, bis neue Sedimente daſſelbe um- und überlagerten.

b. Wenn ein Eruptivgeſtein *während* oder *kurz nach* der Bildungszeit der azoiſchen Formationen emporgedrungen iſt, ſo hat es mannichfach auf die Ablagerungsweiſe der von ihm durchdrungenen Sedimentmaſſen eingewirkt und dieſelben, wenn ſie noch weich und behnſam waren, blaſen- oder wellenförmig gehoben oder auch um einander herumgebogen, dagegen geknickt und zerbrochen, wenn ſie ſchon hart und unbiegſam geworden waren. Dabei aber hat es häufig auch ſich zwiſchen die Maſſen der durchbrochenen Sedimente gequetſcht und dabei einerſeits dieſe Maſſen in ihrem Beſtande mehr oder weniger verändert, andererſeits aber auch größere oder kleinere Schollen und Trümmer von den durchbrochenen Sedimentgeſteinen in ſeine eigene Maſſe aufgenommen. Dieſe Trümmer geben dann nicht ſelten Aufſchluß über die Erdrindemaſſen, welche ein ſolches Eruptivgeſtein auf ſeinem Zuge zur Erdrinde durchbrochen hat. So enthält z. B. der Granit bei Ruhla am Thüringer Walde ſehr häufig Hornblendeſchieferſtücken und auch feinflaſerige Gneißtrümmer, aber nirgends Glimmerſchieferreſte; es iſt dieſes doch wohl ein Beweis, daß dieſer Granit ſchon vor der Bildung des Glimmerſchiefers und nach der Ablagerung des Gneißes und Hornblendeſchiefers emporgedrungen iſt, wenn er auch von dem letzteren um- und überlagert erſcheint.

c. Die Eruptivgeſteine der azoiſchen Formationen ſind unter Bildungsverhältniſſen entſtanden, in welchen ſich einerſeits ihre Gemengtheile vollſtändiger entwickeln und andererſeits in ihrer Maſſe eine große Zahl von verſchiedenen anderen Mineralien (— unweſentlichen Gemengtheilen —) bilden konnten. Das Erdinnere gab damals eine

weit größere Menge und Mannichfaltigkeit von Mineralbildungs- §. 306.
elementen, als ſpäter, und die warme Erdrinde geſtattete den ſie durchdringenden Eruptionsſchmelzen, daß ſich ihre Mineralgemengtheile kryſtalliniſcher entwickeln konnten. Daher zeigen die Eruptionsgeſteine der azoiſchen Formationen, und namentlich der Urgneiß- und unteren Glimmerſchieferformation vorherrſchend Geſteine mit ausgebildeten kryſtalliniſchem (— granitoidiſchem —) Gefüge und dabei einen großen Reichthum verſchiedener, gut auskryſtalliſirter, Beimengungen, ſo vor allen von Erdkieſeln (Beryll, Smaragd, Topas, Turmalin, Epidot, Granat ꝛc.), von Spathen (ſo von Fluorit und Apatit), von Erzen (ſo von Zinnerz, Wolfram, gediegen Gold ꝛc.). Dabei lehrt auch die Erfahrung, daß die Granite der älteren azoiſchen Periode, ſo namentlich der Urgneißformation, vorzüglich reich an Orthoklas und arm an Glimmer ſind, daß ferner die Syenite und Diorite dieſer Periode Magneſiahornblende und nebenbei auch oft Magneſiaglimmer enthalten, daß endlich gerade die Granite der azoiſchen Formationen oft Turmalin und dabei Kali- oder Lithionglimmer beſitzen, ja daß es gar nicht ſelten vorkommt, daß der Turmalin allmählich den Glimmer und Feldſpath ganz verdrängt, ſo daß aus Granit Turmalinfels wird. Bei Brotterode und am Bergſtiege bei Ruhla am Thüringer Walde ſieht man dies deutlich; an dieſen Orten kann man auch bemerken, wie ſich der Turmalin namentlich in den beiderſeitigen Grenzregionen der Granitgänge da, wo ſie unmittelbar mit kaoliniſirendem Gneiß in Verbindung ſtehen, einfinden.

Unter den oben genannten, vorherrſchend in den azoiſchen Formationen hervortretenden, Eruptivgeſteinen, — Granit, Syenit, Diorit und Diabas, — verdienen die in Gängen und Adern, Lagerſtöcken und Lagern auftretenden Granite die meiſte Beachtung und zwar nicht bloß wegen ihres häufigen und mächtigen Auftretens, ſondern auch deshalb, weil ihre Maſſen die Bahnbrecher und ſelbſt auch die Kanäle für ſpätere Eruptivgeſteine wurden.

Im Druſerthale an der Südſeite des Thüringer Waldes erſcheint ein mächtiger grobkörniger Granitſtock in dieſer Weiſe durchbrochen von mächtigen Melaphyr-, Felſitporphyr- und Schwerſpathgängen. Daſſelbe iſt der Fall bei einem Granitſtocke unterhalb des Luſtſchloſſes Altenſtein, wo Granit den Gneiß durchbrochen und denſelben vielfach gewunden und geknickt hat, dabei aber ſo aus der ihn über- und umlagernden Zechſteinformation hervortritt, daß es ausſieht, als habe er dieſe letztere durchbrochen. Am intereſſanteſten erſcheinen indeſſen unter den, die Maſſe der Granite mannichfach durchſetzenden, Eruptivgeſteinen die oft vielfach ſich veräſtelnden Gänge von feinkörnigem Granit in grobkörnigem Granite. In der Regel treten dieſelben mehr in der mittleren Region der Granitſtöcke auf und ſenden von dieſer aus häufig Aeſte nach verſchiedenen Richtungen hin in die ſie umhüllende Granitmaſſe. In ihrer Maſſe unterſcheiden ſie ſich nicht bloß durch ihr feiner körniges Gefüge, ſondern auch dadurch von dem ſie umſchließenden, gewöhnlich grobkörnigen, Granit, daß ſie oligoklasreich ſind, während ihre granitiſche Hülle orthoklasreich iſt. Nach ihren beiderſeitigen Grenzregionen hin nehmen ſie aber oft auch größere und kryſtalliſch entwickelte Orthoklaskryſtalle auf, ſo daß ihre Maſſe porphyrähnlich wird und in grobkörnigen Granit übergeht. Es giebt aber auch Gänge feinkörnigen Granites, welche an ihren Seitenrändern gar keine Uebergänge in den ſie umhüllenden grobkörnigen Granit zeigen, ſondern, — obwohl ſie der

Masse dieses letzteren fest und innig anhaften, — von ihm scharf abschneiden, so daß sie ganz das Gepräge von Gangmassen besitzen, welche erst später in die, bei der Erstarrung des grobkörnigen Granites entstandenen, Austrocknungsspalten eingedrungen sind. Außer diesen, den grobkörnigen Granit mehr in der mittleren Region seiner Masse von unten nach oben durchsetzenden Gängen feinkörnigen Granites kommen indessen auch scheinbare Gänge dieses letzteren vor, welche den grobkörnigen Granit auf seinen beiden Seiten einfassen, so daß es aussieht, als habe der letztere den feinkörnigen Granit in seiner Centralaxe durchsetzt. Bei einer genaueren Betrachtung der beiden Granite jedoch ergiebt es sich, daß zwischen denselben Uebergänge stattfinden und daß dem gemäß wohl in den meisten Fällen der feinkörnige und grobkörnige Granit zu einer und derselben Gangmasse gehört und zu einer und derselben Zeit in die Höhe gedrungen ist, aber in seinen beiden Seitenregionen, wo er mit den kalten Wänden seines Nebengesteines in Berührung kam, rascher abgekühlt wurde und in Folge davon sich nicht so krystallisch entwickeln konnte, als es in der allmählicher erstarrenden Mittelregion seiner Masse der Fall war. In der Umgebung von Ruhla, z. B. am Bermer, kann man alle diese Verhältnisse beobachten.

§. 307. **Die Gangbildungen in den azoischen Formationen.** — Wie das Gebiet der Gneiß-Urschieferformationen reich ist an Durchbruchsgesteinen aller Art, so bildet es auch die Hauptheimath der verschiedenartigsten, vor allen aber der meisten Gold, Silber, Kupfer, Blei, Wismut, Arsen führenden Gänge. Die das Gebiet dieser Formationen nach den verschiedensten Richtungen durchsetzenden, theils durch den Erstarrungsproceß, theils durch Hebungen und Verdrückungen der azoischen Bildungsmassen, theils aber auch durch den gewaltsamen Durchbruch von Eruptivgesteinen entstandenen, Spalten und Risse wurden wohl alle erst nach der Ausbildung dieser Massen theils von oben her durch Eindringen des, Mineralbildungsstoffe haltigen, Meerwassers, theils von den Seiten durch die Auslaugungsproducte der Nebengesteine dieser Spalten, theils auch von unten her durch aufsteigende Mineraldämpfe des Erdinnern, theils wohl auch durch die Aufeinanderwirkung sämmtlicher eben genannter Agentien nach und nach mit Mineral- und Erzarten ausgefüllt. Unter den Mineralausfüllungen dieser Gänge nun treten am meisten auf Quarzarten, vor allen Krystallrinden, gemeiner Quarz und Hornstein, nächst ihnen Magnesiacarbonate, so Braun-, Bitter- und Dolomitspath, dann Eisen- und Mangancarbonate, sowie Fluß- und Barytspath, weniger Kalkspath; unter den Erzen dieser Gänge aber herrschen bei weitem die arsen- oder antimonhaltigen Sulfurite und Sulfosalze des Silbers, Bleies, Kupfers, Zinks und des Eisens vor. So ist es namentlich im Gebiete des Gneißes, aber auch im Bereiche des Glimmer- und Urthonschiefers (z. B. bei Przibram in Böhmen und bei Kupferberg in Schlesien) treten noch zahlreiche Quarz-Barytspathgänge mit den eben genannten Erzen und zwar hauptsächlich da auf, wo in diesen Urschiefermassen Diorit-, Hornblende-, Chlorit- oder Talkschiefereinlagerungen vorhanden sind.

1) Erstaunlich reich an Erzgängen ist das Gneißgebiet des Erzgebirges namentlich in der Umgebung Freibergs, wo man wohl über 1000 derselben bis jetzt aufgeschlossen hat.
2) Häufig erstrecken sich die Gangzüge in der Richtung der Streichungs-

linie eines Gebirges; oft aber durchkreuzen sie auch diese letztere unter den verschiedensten Winkeln. Unter sich selbst streichen die Gänge bald parallel neben einander hin, bald nähern sie sich so, daß sie eine Strecke weit dicht neben einander fortziehen, um sich dann wieder von einander zu entfernen, bald auch durchkreuzen sie sich gegenseitig.

3) Der Erzreichthum eines und desselben Ganges bleibt sich nicht immer gleich. Bemerkenswerth ist es, daß er gewöhnlich zunimmt da, wo zwei Gänge sich gegenseitig durchkreuzen, ferner da, wo Eruptivmassen, z. B. Felsitporphyr, entweder einen Gang durchschneiden oder parallel mit demselben ziehen, ferner da, wo namentlich die im Glimmer- und Urthonschiefer aufsetzenden Gänge Diorit- oder Hornblendeschieferlager quer durchsetzen; endlich da, wo Gänge in den Bereich von Erzen durchdrungenen Schichtzonen (sogenannten Fahl- oder Fallbändern) eintreten.

Zu den wichtigsten und am meisten untersuchten, europäischen Erzganggebieten gehören die von Freiberg im Erzgebirge, von Kupferberg in Schlesien, von Przibram in Böhmen und von Kongsberg in Norwegen. Alle führen neben Bleiglanz vorzugsweise Silbererze verschiedener Art und außerdem meist auch Kupferkies und Blende.

B. Paläozoische Formationen.

Allgemeine Bildungsmassen und Lebensverhältnisse in denselben. §. 308. — Durch die, während und nach den Ablagerungen der azoischen Formationen wirkenden, vulcanischen Potenzen und Agentien waren schon mehrere bedeutende Gebirgsinseln so weit in die Höhe gehoben worden, daß sie den Spiegel des damals die ganze Erdoberfläche bedeckenden Oceans weit überragten. Die einen dieser Inseln, von denen man annimmt, daß sie kurz nach Ablagerung der Urgneißformation und vor der Entwickelung der Urschieferformation ins Leben gerufen worden seien, zeigen gegenwärtig an ihrer Oberfläche nur Glieder der Gneißformation, die anderen dagegen, welche erst nach der Entwickelung der Urschiefer entstanden sein sollen, besitzen eine Decke theils von Urglimmer- oder Chloritschiefer, theils von Gliedern des Urthonschiefers. Viele der, noch gegenwärtig aus dem Berg-, Hügel- und Ebenenland der jüngeren Formationen-Ablagerungen hervortretenden und aus azoischen Gebilden bestehenden, Wall- oder Längsgebirge sind wohl damals schon aus dem Schooße des Uroceanes hervorgetreten. Mit voller Sicherheit indessen läßt sich die Erhebungszeit dieser Inseln aus der Natur ihrer Bestandesmassen allein nicht bestimmen; denn einerseits können die jüngeren, sie überlagernden, Formationen durch eine allzu starke Hebung der unter ihnen befindlichen azoischen Ablagerungsmassen auf ihrem Hebungsgipfel zersprengt und so bei Seite geschoben oder geradezu auseinander gerissen und umgeworfen worden sein, daß nun die unter ihnen lagernden Massen der azoischen Formationen aus der durch ihre Zersprengung entstandenen Spalte emporgetrieben und geradezu über sie geworfen wurden, — und andererseits trat nach Emporhebung

§. 308. und Trockenlegung der azoiſchen Ablagerungen ſowohl, wie auch der ſie ehedem überlagernden jüngeren Formationen das Wirthſchaften der Verwitterungsagentien, namentlich einer warmen, mit ätzenden und zerſetzenden Stoffen erfüllten, Dampfatmoſphäre in Thätigkeit, durch welches die jungen, noch nicht vollſtändig erſtarrten und noch immer mit warmen Waſſerdämpfen durchdrungenen und in Folge ihrer ſtark gehobenen und mannichfach zerklüfteten, Schichten leicht zerſtört und chemiſch zerſetzt werden konnten. Vor allen aber waren unter den Maſſen der azoiſchen Formationen die zuoberſt liegenden, in ihrem Mineralbeſtande noch nicht vollſtändig entwickelten, — gewiſſermaßen unreifen — Ablagerungsmaſſen des Urthonſchiefers dieſer Zerſtörung durch die Verwitterung und dann weiter der Abſchlämmung durch das Meteorwaſſer ausgeſetzt; kein Wunder daher, daß im Verlaufe der Jahrtauſende auf den meiſten der Urſchieferinſeln die Thonſchieferdecke ganz verſchwand, ſo daß dieſelben gegenwärtig nur noch aus Glimmerſchiefer und Gneiß oder gar nur aus dem letzteren beſtehen, ſo daß es den Anſchein hat, als ſeien ſie ſchon vor der Ablagerung der Urſchieferformation über den Spiegel des Oceanes emporgehoben worden. Während nun ſo die Atmoſphärilien die ihnen zugänglichen Urſchiefermaſſen zerſtörten und den ſo entſtandenen, mit noch unzerſetzten Mineralreſten, — namentlich mit den ſchwer zerſetzbaren Hornblende-, Glimmer- und Chlorittheilen — untermengten, Thonſchieferſchlamm dem Bette des Oceanes zuflutheten, ruhten auch die Wogen dieſes letzteren nicht und zertrümmerten die von ihnen beſpühlten Uferwände der Urinſeln, ſo daß ſich gar bald um dieſe herum im Schoße des Oceanes mehr oder minder mächtige Schuttablagerungen von Blöcken, Geröllen und Sand von Gneiß, Hornblende-, Chlorit-, Glimmer-, Urthonſchiefer, — kurz von den Beſtandesmaſſen der azoiſchen Formationen bildeten. Zwiſchen, neben und über dieſen Schuttanhäufungen ſetzte dann weiter die Meeresfluth all den Verwitterungsſchlamm der Urſchiefer ab, ſo daß aus den Blöcken und Geröllen Conglomerate, aus den Sandkörnern Sandſteine und aus den dann noch übrigen Schlammmaſſen Schiefer verſchiedener Art wurden.

Demnach müſſen alſo alle paläozoiſchen Formationen vorherrſchend aus Conglomeraten, Sandſteinen und Schiefern beſtehen, welche aus der Verwitterung, Zerſtörung und Schlämmung der Ur- und ſpäter auch der Thonſchiefer-Grauwacke-Inſeln entſtanden ſind. Zu dieſem Hauptbildungsmateriale indeſſen geſellten ſich dann weiter noch Kalkſteine und Mergel; welche hauptſächlich aus den Körperreſten von Meeresthieren entſtanden, Gypsablagerungen, welche unter dem Einfluſſe von Schwefelwaſſerſtoff aus der Umwandlung der Kalkſteine erzeugt wurden; Steinſalzſtöcke, welche aus dem Meereswaſſer ſich abſetzten; maſſige Eiſenerzlager, welche wohl zum großen Theile aus dem Eiſencarbonate, welches bei der Zerſetzung der Glimmer- und Hornblendegeſteine entſtand, hervorgingen; Steinkohlen, welche aus der Zerſetzung der in dieſer Zeitperiode lebenden Pflanzen erzeugt wurden, und endlich mancherlei Eruptivgeſteine, vor allen, wie in der vorigen Periode, Granite und Diabaſe, dann Hyperite und Gabbro, endlich Felſitporphyre und Melaphyre.

§. 308. Nachdem sich in Folge von Wärme-Ausstrahlung an die Atmosphäre wie an das sich aus der letzteren niederschlagende Wasser die Oberfläche der azoischen Formation so weit abgekühlt hatte, daß eben das, sich auf ihr aus der Atmosphäre niederschlagende, Wasser nicht mehr wieder ganz verdunsten konnte; nachdem sich dann weiter auf ihr eine bleibende Wasserdecke gebildet hatte, welche noch mehr zur Abkühlung der damaligen Erdoberfläche beitrug; nachdem sich endlich auch in der oben angedeuteten Weise auf dem Grunde dieser Wasserdecke eine Schlammschichte gebildet hatte, welche von löslichen Alkalisilicaten und Kalkcarbonaten durchdrungen war, — nachdem dieses Alles geschehen war, konnten sich auf dem Grunde des damaligen Oceanes die ersten Organismen entwickeln, freilich — wenigstens im Anfange — nur Organismen mit dem einfachsten Körperbaue und solchen Körperformen, wie sie den damaligen Lebensverhältnissen angemessen waren.

a. Die Flora. Unter allen nun nach und nach zum Vorscheine kommenden Organismen waren es wohl Pflanzen, mit denen die junge Erde ihr Schöpfungswerk begann; denn diese, welche nur von im Wasser löslichen Säuren und Mineralsalzen, und zwar vorherrschend von Kohlensäure, leben, fanden jetzt schon in dem erdbedeckenden Oceane das, was sie zu ihrer Entstehung und ihrem Gedeihen gebrauchten. Aber es mußten auch Pflanzen sein; denn durch diese allein konnte nicht nur das Wasser von allen den für das Thierleben gefährlichen Stoffen befreit und mit dem für das Letztere so wichtigen Sauerstoffe versorgt, sondern auch die für das erste Thierleben (— z. B. für die Rhizopoden und Infusorien —) nothwendige Nahrung geschaffen werden. Freilich mußten es Pflanzenarten vom einfachsten Körperbau und mit den einfachsten Lebensbedürfnissen sein, Pflanzen, welche noch in warmem, salzreichem Gewässer (— wie es der Urocean bot —) gedeihen konnten, und von ihrem Standorte weiter nichts, als eben Wasser und eine Stelle verlangten, auf der sie zu keimen und wenigstens bis zur vollen Entwickelung ihrer Körpers zu haften vermochten. Und solche Pflanzen (— wie sie ja auch noch gegenwärtig in jedem stehenden, zumal Kalkerde und Kieselsäure darbietenden Gewässer entstehen —) sind die aus einfachem, lockerem, weichem Zellengewebe bestehenden Algen. Sie sind es auch, von denen man schon in den ältesten paläozoischen, ja vielleicht auch in den jüngsten azoischen, Ablagerungen Reste (— die sogenannten Fucoiden —) vorfindet. Außer ihnen freilich konnte die oceanische Fluth keine anderen Pflanzen erzeugen; aber auch die schon im Anfange dieser Periode bestehenden Urinseln waren damals noch nicht geeignet, eine Landflora zu erzeugen und zu tragen; denn noch fehlte der Träger und Ernährer derselben, der Erdboden, noch war ihre Felsmasse zu heiß und wandelbar und die sie umfluthende Luft zu qualmig; noch konnte nicht das belebende Sonnenlicht die dicke Nebelluft durchdringen. Erst in der Mitte der paläozoischen Periode hatten sich die Lebensverhältnisse so verändert, daß nun auch schon höher entwickelte, aus Gefäßen und Zellengewebe bestehende, aber noch immer nur mit [illegible] baren, daher scheinbar nicht vorhandenen, Blüthen versehene pflanzen, mit einem Worte: kryptogamische Gefäßpflo

§. 308 entwickeln konnten. Dieſe fanden in der That auf dem tiefgründigen, ſchlammigen, mit Nahrungsſtoffen aller Art erfüllten, Erdboden der tief in das Gebiet der Urinſeln einſchneidenden und von feuchtwarmer Seeluft durchflutheten Buſen und Muldenthäler eine Heimath, welche an Klima und Boden wahrſcheinlich der noch gegenwärtig auf den äquatorialen Inſeln exiſtirenden ähnlich war und darum auch eine Pflanzenwelt ins Daſein rief, welche wohl in ihrer äußeren Tracht der auf den äquatorialen Inſeln noch jetzt beſtehenden in mancher Beziehung ähnlich, aber in ihrem Gliederbaue verſchieden und in jeder Beziehung rieſenhafter, üppiger, dabei jedoch auch viel einförmiger war; denn alle die damals in mächtigen Wäldern auftretenden und das Material zur Bildung der Steinkohlen liefernden Rieſenpflanzen gehörten faſt nur den kryptogamiſchen Claſſen der Schachtelhalme (Equiſeten oder Calamiten), Farn (Phylliciten), Narbenbäume (Sigillarien) und Schuppenbäume (Lepidodendren) an. Erſt ſpäter geſellten ſich zu ihnen auch noch mit kleinen, aber deutlichen, Blüthen verſehene monokotyledoniſche Gewächſe aus der Ordnung der Palmen. Im letzten Drittel dieſer Periode jedoch, als ſich auf den nun auch größer gewordenen Landesinſeln ſchon ein Verwitterungsboden gebildet, als auch die Atmoſphäre ſich mehr geklärt hatte, ſo daß das Sonnenlicht ſeine belebende, Blüthen ſchaffende, Kraft geltend machen konnte, kamen auch phanerogamiſche Holzgewächſe aus der Claſſe der Zapfenfrüchtler (Coniferen) und zwar aus den Familien der Walchien und Cypreſſen zum Vorſchein. Weiter aber kam die Schöpfung des Pflanzenreiches, — ſoweit die Erfahrung lehrt — in der paläozoiſchen Periode nicht.

b. **Die Fauna.** — Die Schöpfung des Thierreiches begann mit mikroſkopiſch kleinen Waſſerthierchen, deren eigentliche Körpermaſſe, — ähnlich den Algen — aus einer gallertartigen (— Sarkode genannten —) Blaſe beſtand, in deren Umfang ſich aus- und einziehbare, fühlfädenähnliche, Fortſätze befanden, mittelſt deren dieſe Thierchen nicht nur ſich fortbewegten, ſondern auch ihre Nahrung aufnahmen. Viele von ihnen waren nackt und zerfloſſen bei ihrem Abſterben zu Schleim; weit mehr derſelben aber ſteckten in einer, aus mehreren hinter einander liegenden Abtheilungen oder Kammern beſtehenden, Kalkſchale, welche viele Löcher beſaß, aus denen die Thiere ihre Bewegungsorgane hervorſtreckten, und den Gehäuſen der Schnecken und Ammoniten ähnlich war und ſich auch nach dem Abſterben der ſie bewohnenden Thierchen ſo gut erhielt, daß man ſie noch gegenwärtig in den verſchiedenſten Ablagerungen der Erdrinde mit dem Mikroſkope auffinden und erkennen kann. Dieſe kleinen, wegen ihrer wurzelähnlichen, aus- und einziehbaren, Bewegungsorgane Rhizopoden (— von ῥίζα, Wurzel, und πούς, Fuß, alſo Wurzelfüßler —) oder Foraminiferen (— von foramen, Oeffnung, und ferre, tragen, wegen der vielen Löcher in ihrer Schale —) genannten, Thiere (Fig. 139) nährten ſich von den damals exiſtirenden Gallertalgen und vermehrten ſich ſo ſtark, daß ſie bedeutende Ablagerungen bildeten; zugleich aber bildeten ſie die vorzügliche Nahrung der nach und mit ihnen ins Leben tretenden Polypenthiere, unter denen ſich die mit ſtrahlig ſtehenden, blumenähnlichen, Fangarmen verſehenen Zoantharien (— von ζῶον, Thier, und ἄνθος, Blume —)

oder Polyactinien (— von πολύς, viel, und ἀκτίς, Strahl —) mit ihren Korallen bildenden Gattungen: Graptolithus, Gorgonia, §. 308.

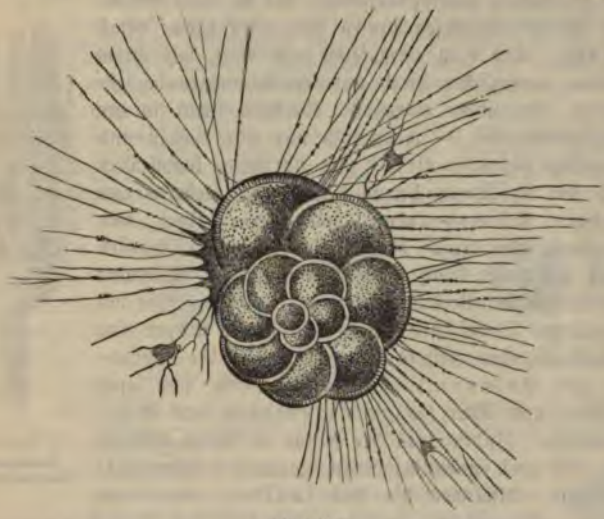


Fig. 139.

Fenestella, Cyathophyllum, Calceola, Omphyma, Calamopora, Halysites und Syringopora am meiſten bemerklich machten. Alle dieſe polypenartigen Thiere hatten aber noch einen höchſt einfachen, darm-, röhren-, cylinder-, becher- oder blaſenförmigen Körper, welcher in ſeinem Innern durch ſtrahlig ſtehende Leiſten oder Wände in Längs-, ſeltner in Querfächer abgetheilt war und an ſeiner Mündung ſtrahlig geſtellte, faden- oder blattförmige, Fangarme trug und entweder ein für ſich iſolirtes, ſelbſtſtändiges Individuum bildete (Fig. 140) oder mit vielen anderen Individuen ſeiner Art zu baum- oder knollenförmigen Korallenſtöcken zuſammengewachſen war (Fig. 141). Weit entwickelter, als ſie, waren die auch in dieſer Periode ſchon auftretenden, auf einem gegliederten Stiele ſitzenden, blumen- oder knospenähnlichen Seelilien (Krinoideen, von κρῖνος, Lilie), welche auf einem kurzen oder langen, geglie-

Fig. 140.
Omphyma turbinata.

a b

Fig. 141. Cyathophyllum helianthoides.

§. 308. derten, cylindrischen oder fünfkantigen Stiele einen aus strahlig stehenden Täfelchen bestehenden Kelch trugen, welcher an seinem oberen Rande strahlig stehende, gegliederte, gabelig verzweigte und an ihren Seitenrändern mit fadenförmigen Ranken besetzte Fangarme besaß (Fig. 142). Und noch entwickelter als diese, mit ihrem gegliederten, beweglichen Stiele auf dem Meeresgrunde festgewachsenen, Krinoideen waren die ebenfalls schon in der paläozoischen Periode, — wenn auch nur sehr einzeln und gewissermaßen versuchsweise — zum Vorscheine kommenden und sich frei im Meere herum bewegenden, seestern- und seeigelartigen Echinodermen (von ἐχῖνος, Igel, und δέρμα, Haut, also Igel- oder Stachelhäuter). Indessen war auch mit diesen Classen die Schöpfung der Thierwelt in der paläozoischen Periode noch nicht zu Ende. Die bis jetzt erwähnten Thierklassen besaßen in ihrem Körper nur einen Schlauch ohne weitere Eingeweide (so die Rhizopoden und Polypen), oder einen Darm und auch einen Mund und After (so die Krinoideen und Echinodermen). Indem nun die Natur zu diesen Körperorganen auch noch einen besondern Magen und Athmungsorgane fügte, entstanden die Mollusken, von denen sich in der paläozoischen Periode namentlich die Brachiopoden und Cephalopoden in großer Mannichfaltigkeit und Massenhaftigkeit entwickelten, während die übrigen Mollusken-Ordnungen (— Pteropoden, Gasteropoden, Heteropoden und Conchiferen —) in der Zahl ihrer Geschlechter und Arten wenigstens in dem ersten Drittel dieser Periode sehr zurückblieben.

Fig. 142. Actinocrinus triacondactylus.

Erklärungen:

A. Da diese Ordnungen der Mollusken von der größten Wichtigkeit für die Bestimmung der Formationen sind und mit ihren verschiedenen Familien, Geschlechtern und Arten nicht bloß in der paläozoischen, sondern auch in den verschiedenen Formationen der mesozoischen Formationen, ja mit einzelnen Arten noch in der Gegenwart vorkommen, so müssen sie etwas näher betrachtet werden:

a. Die Brachiopoden oder Armfüßler (von βραχίων, Arm, und πούς, Fuß) sind Muschelthiere mit 2 symmetrischen, aber ungleich großen Schalen, deren größere, meist stark gewölbte Klappe durch einen raubvogelschnabelförmigen, gekrümmten Fortsatz die flachere, kleinere Schale überragt und an oder unter der Spitze dieses Schnabelfortsatzes gewöhnlich ein rundes oder dreieckiges Loch hat, durch welches die Bewohner dieser Muscheln eine Sehne hervortreiben, mit welcher sie sich an irgend einem Gegenstande anheften. In dem Innern ihrer Schalen besitzen diese Thiere spiralig eingerollte, fleischige, mit Fransen besetzte (— bisweilen den Fischkiemen ähnelnde —),

Fig. 143. Terebratula vitrea.
a. Kleine Klappe von innen, mit der Kalkschleife zur Befestigung der Spielarme.
b. Ansicht der ganzen Schale.

armähnliche Lappen, welche sehr häufig durch einen kalkigen, schleifenähnlichen, am Schloßrande der kleineren Klappe befestigten Apparat (das „Armgerüste") gestützt werden (Fig. 143). §. 308.

Unter ihren zahlreichen, namentlich in den paläozoischen Formationen vorkommenden, Geschlechtern sind vorzüglich folgende zu bemerken:

1) Terebratula: Vorherrschend eirunde, mit einem 2zahnigen Schlosse versehene, meist flach gewölbte, Gehäuse an der Schnabelspitze mit einem runden Loche.
2) Lingula: Kleine, sehr flach gewölbte, fast zungenförmige, an einem Ende abgestutzte, am anderen zugespitzte, fast gleichklappige, Muscheln, welche an ihrem spitzeren Ende eine Spalte (statt des Loches) besitzen (Fig. 144).

Fig. 144.
Lingula cornea. Lingula attenuata.

Fig. 145.
Obolus Apollinis.

3) Obolus: Kleine, hornig-kalkige, flachrunde (— fast pfennigähnliche —) ungleich große, Muscheln ohne inneres Armgerüst (Fig. 145).
4) Leptaena: Kleine Muscheln, welche eine convexe, große und eine concave, kleinere Klappe und einen langen, geraden Schloßrand und ein kleines, dreieckiges Täfelchen auf dem Loche des Schnabels haben (Fig. 146).

Fig. 146.
Leptaena transversalis.

5) Strophomena, der vorigen in ihrer Körperform sehr ähnlich, aber größer und durch die Form ihrer Muskeleindrücke auf der Innenseite der Schalen von ihr unterschieden.
6) Orthis: Beide Muschelschalen sind gewölbt, fast kreisrund, meist strahlig gestreift, mit geradem Schloßrande und auf dessen Mitte mit einer dreieckigen Oeffnung. Ohne Armgerüste. Schloß mit 2 Zähnen (Fig. 147).
7) Spirifer: Schale in die Breite gezogen, fast dreieckig oder ausgebreitet flügelförmig, meist gefaltet oder gerippt; die große, gewölbte Schalenklappe bis zur Schnabelspitze mit einer Mittelfurche, welche einem gleich verlaufenden Wulste auf der kleinen, flacheren Klappe entspricht;

Fig. 147.
Orthis striatula aus der Eifel.

Fig. 148. Spirifer speciosus.
a. Von der Bauchseite; b. von Innen, um die beiden kegelförmig aufgerollten Armgerüste zu zeigen.

§. 308. unter der nicht durchbohrten Schnabelſpitze ein dreieckiges Loch mitten in dem ſchmal-dreieckigen Schloßfelde. Das Innere ihrer Schale faſt ganz von den beiden Kalkſpiralen ausgefüllt (Fig. 148).

8) Stringocephalus: Breitgedrückt nuß- oder linſenförmige, 2—4 Zoll im Durchmeſſer haltende, concentriſch quergeſtreifte, faſt glatte, Schale, welche unter der Spitze des ſtark übergebogenen Schnabels in dem wagerecht geſtreiften Schloßfelde ein kreisrundes Loch hat (Fig. 149).

a b

Fig. 149. Stringocephalus Burtini.
a. Anſicht von der kleinen oder Bauchſeite aus; b. Seitenanſicht.

9) Productus: Die $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll breite Schale beſitzt eine ſtark gewölbte, längs ihres Rückens eingeſenkte und mit einem ſtark gewölbten, übergebogenen, nicht durchbohrten, Schnabel verſehene, große Schale und eine eingebogene, kleinere Schale. Der zwiſchen dieſen beiden Schalen liegende Schloßrand iſt geradlinig und ohne Schloßfeld. Die Oberfläche beider Schalen mit ſtachelähnlichen Röhren beſetzt (Fig. 150).

Fig. 150. Productus horridus.

10) Pentamerus: Faſt kugelige, mit 2 ziemlich gleich ſtark gewölbten Klappen, über 2″ lange und faſt 2″ breite, ſtrahlig gerippte, Muſchel, deren größere Schale einen großen, übergebogenen Schnabel hat, unter welchem ſich ein dreieckiges Loch befindet. (Fig. 151 ſtellt Pentamerus Knighti aus dem Oberſilur vor).

Fig. 151. Pentamerus Knighti.

b. Die Cephalopoden (von κεφαλή, Kopf, und πούς, Fuß, alſo Kopffüßler, weil ſie ihre Bewegungsglieder kreisförmig um den Kopf herum ſtehen haben), die entwickeltſten aller Mollusken, von denen man je nach den von ihnen vorgefundenen Körperreſten folgende Familien unterſcheiden kann:

Cephalopoden, welche in einem Gehäuſe wohnten, welches in ſeinem Innern durch Querſcheidewände in Kammern abgetheilt war, welche von einer, vom hinterſten Leibesende der Thiere ent-

springenden, kalkigen Nervenröhre (Sipho) durchbohrt waren, wie §. 308.
man z. B. an der Schale des jetzt noch lebenden Nautilus pompilius erkennen kann (Fig. 152).

Fig. 152. Nautilus pompilius.

α. Cephalopoden mit einer, in einer Ebene spiralig gewundenen Schale.

§. 1. Sipho nie auf dem Rücken der Windungen liegend; die Scheidewände der Schale einfach zickzackförmig, aber nie vielfach hin und her gebogene oder gekräuselte Lappen bildend (Fam. Nautilinen).

1) Clymenia: Die Spiralwindungen zahlreich, dicht an einander; Schale flach scheibenförmig; die Scheidewände einfach wellig gebogen, auf dem Rücken der Windungen mit nach vorn gebogenen Sätteln (Fig. 153, die Clymenia Sedgwiki aus dem Kohlenkalksteine: a. von der Seite; b. von vorn; c. eine Kammerscheidewand vom Rücken aus,

Fig. 153 Clymenia Sedgwiki.

Maſſe dieſes letzteren feſt und innig anhaften, — von ihm ſcharf abſchneiden, ſo daß ſie ganz das Gepräge von Gangmaſſen beſitzen, welche erſt ſpäter in die, bei der Erſtarrung des grobkörnigen Granites entſtandenen, Austrocknungsſpalten eingedrungen ſind. Außer dieſen, den grobkörnigen Granit mehr in der mittleren Region ſeiner Maſſe von unten nach oben durchſetzenden Gängen feinkörnigen Granites kommen indeſſen auch ſcheinbare Gänge dieſes letzteren vor, welche den grobkörnigen Granit auf ſeinen beiden Seiten einfaſſen, ſo daß es ausſieht, als habe der letztere den feinkörnigen Granit in ſeiner Centralaxe durchſetzt. Bei einer genaueren Betrachtung der beiden Granite jedoch ergiebt es ſich, daß zwiſchen denſelben Uebergänge ſtattfinden und daß dem gemäß wohl in den meiſten Fällen der feinkörnige und grobkörnige Granit zu einer und derſelben Gangmaſſe gehört und zu einer und derſelben Zeit in die Höhe gedrungen iſt, aber in ſeinen beiden Seitenregionen, wo er mit den kalten Wänden ſeines Nebengeſteines in Berührung kam, raſcher abgekühlt wurde und in Folge davon ſich nicht ſo kryſtalliſch entwickeln konnte, als es in der allmählicher erſtarrenden Mittelregion ſeiner Maſſe der Fall war. In der Umgebung von Ruhla, z. B. am Bermer, kann man alle dieſe Verhältniſſe beobachten.

§. 307. **Die Gangbildungen in den azoiſchen Formationen.** — Wie das Gebiet der Gneiß-Urſchieferformationen reich iſt an Durchbruchsgeſteinen aller Art, ſo bildet es auch die Hauptheimath der verſchiedenartigſten, vor allen aber der meiſten Gold, Silber, Kupfer, Blei, Wismut, Arſen führenden Gänge. Die das Gebiet dieſer Formationen nach den verſchiedenſten Richtungen durchſetzenden, theils durch den Erſtarrungsproceß, theils durch Hebungen und Verdrückungen der azoiſchen Bildungsmaſſen, theils aber auch durch den gewaltſamen Durchbruch von Eruptivgeſteinen entſtandenen, Spalten und Riſſe wurden wohl alle erſt nach der Ausbildung dieſer Maſſen theils von oben her durch Eindringen des, Mineralbildungsſtoffe haltigen, Meerwaſſers, theils von den Seiten durch die Auslaugungsproducte der Nebengeſteine dieſer Spalten, theils auch von unten her durch aufſteigende Mineraldämpfe des Erdinnern, theils wohl auch durch die Aufeinanderwirkung ſämmtlicher eben genannter Agentien nach und nach mit Mineral- und Erzarten ausgefüllt. Unter den Mineralausfüllungen dieſer Gänge nun treten am meiſten auf Quarzarten, vor allen Kryſtallrinden, gemeiner Quarz und Hornſtein, nächſt ihnen Magneſiacarbonate, ſo Braun-, Bitter- und Dolomitſpath, dann Eiſen- und Mangancarbonate, ſowie Fluß- und Barytſpath, weniger Kalkſpath; unter den Erzen dieſer Gänge aber herrſchen bei weitem die arſen- oder antimonhaltigen Sulfurite und Sulfoſalze des Silbers, Bleies, Kupfers, Zinks und des Eiſens vor. So iſt es namentlich im Gebiete des Gneißes, aber auch im Bereiche des Glimmer- und Urthonſchiefers (z. B. bei Przibram in Böhmen und bei Kupferberg in Schleſien) treten noch zahlreiche Quarz-Barytſpathgänge mit den eben genannten Erzen und zwar hauptſächlich da auf, wo in dieſen Urſchiefermaſſen Diorit-, Hornblende-, Chlorit- oder Talkſchiefereinlagerungen vorhanden ſind.

1) Erſtaunlich reich an Erzgängen iſt das Gneißgebiet des Erzgebirges namentlich in der Umgebung Freibergs, wo man wohl über 1000 derſelben bis jetzt aufgeſchloſſen hat.
2) Häufig erſtrecken ſich die Gangzüge in der Richtung der Streichungs-

linie eines Gebirges; oft aber durchkreuzen sie auch diese letztere unter den verschiedensten Winkeln. Unter sich selbst streichen die Gänge bald parallel neben einander hin, bald nähern sie sich so, daß sie eine Strecke weit dicht neben einander fortziehen, um sich dann wieder von einander zu entfernen, bald auch durchkreuzen sie sich gegenseitig.

3) Der Erzreichthum eines und desselben Ganges bleibt sich nicht immer gleich. Bemerkenswerth ist es, daß er gewöhnlich zunimmt da, wo zwei Gänge sich gegenseitig durchkreuzen, ferner da, wo Eruptivmassen, z. B. Felsitporphyr, entweder einen Gang durchschneiden oder parallel mit demselben ziehen, ferner da, wo namentlich die im Glimmer- und Urthonschiefer aufsetzenden Gänge Diorit- oder Hornblendeschieferlager quer durchsetzen; endlich da, wo Gänge in den Bereich von Erzen durchdrungenen Schichtzonen (sogenannten Fahl- oder Fallbändern) eintreten.

Zu den wichtigsten und am meisten untersuchten, europäischen Erzganggebieten gehören die von Freiberg im Erzgebirge, von Kupferberg in Schlesien, von Przibram in Böhmen und von Kongsberg in Norwegen. Alle führen neben Bleiglanz vorzugsweise Silbererze verschiedener Art und außerdem meist auch Kupferkies und Blende.

B. Paläozoische Formationen.

Allgemeine Bildungsmassen und Lebensverhältnisse in denselben. §. 308. — Durch die, während und nach den Ablagerungen der azoischen Formationen wirkenden, vulcanischen Potenzen und Agentien waren schon mehrere bedeutende Gebirgsinseln so weit in die Höhe gehoben worden, daß sie den Spiegel des damals die ganze Erdoberfläche bedeckenden Oceans weit überragten. Die einen dieser Inseln, von denen man annimmt, daß sie kurz nach Ablagerung der Urgneißformation und vor der Entwickelung der Urschieferformation ins Leben gerufen worden seien, zeigen gegenwärtig an ihrer Oberfläche nur Glieder der Gneißformation, die anderen dagegen, welche erst nach der Entwickelung der Urschiefer entstanden sein sollen, besitzen eine Decke theils von Urglimmer- oder Chloritschiefer, theils von Gliedern des Urthonschiefers. Viele der, noch gegenwärtig aus dem Berg-, Hügel- und Ebenenland der jüngeren Formationen-Ablagerungen hervortretenden und aus azoischen Gebilden bestehenden, Wall- oder Längsgebirge sind wohl damals schon aus dem Schooße des Uroceanes hervorgetreten. Mit voller Sicherheit indessen läßt sich die Erhebungszeit dieser Inseln aus der Natur ihrer Bestandesmassen allein nicht bestimmen; denn einerseits können die jüngeren, sie überlagernden, Formationen durch eine allzu starke Hebung der unter ihnen befindlichen azoischen Ablagerungsmassen auf ihrem Hebungsgipfel zersprengt und so bei Seite geschoben oder geradezu auseinander gerissen und umgeworfen worden sein, daß nun die unter ihnen lagernden Massen der azoischen Formationen aus der durch ihre Zersprengung entstandenen Spalte emporgetrieben und geradezu über sie geworfen wurden, — und andererseits trat nach Emporhebung

§. 308. und Trockenlegung der azoiſchen Ablagerungen ſowohl, wie auch der ſie ehedem überlagernden jüngeren Formationen das Wirthſchaften der Verwitterungsagentien, namentlich einer warmen, mit ätzenden und zerſetzenden Stoffen erfüllten, Dampfatmoſphäre in Thätigkeit, durch welches die jungen, noch nicht vollſtändig erſtarrten und noch immer mit warmen Waſſerdämpfen durchdrungenen und in Folge ihrer ſtark gehobenen und mannichfach zerklüfteten, Schichten leicht zerſtört und chemiſch zerſetzt werden konnten. Vor allen aber waren unter den Maſſen der azoiſchen Formationen die zuoberſt liegenden, in ihrem Mineralbeſtande noch nicht vollſtändig entwickelten, — gewiſſermaßen unreifen — Ablagerungsmaſſen des Urthonſchiefers dieſer Zerſtörung durch die Verwitterung und dann weiter der Abſchlämmung durch das Meteorwaſſer ausgeſetzt; kein Wunder daher, daß im Verlaufe der Jahrtauſende auf den meiſten der Urſchieferinſeln die Thonſchieferdecke ganz verſchwand, ſo daß dieſelben gegenwärtig nur noch aus Glimmerſchiefer und Gneiß oder gar nur aus dem letzteren beſtehen, ſo daß es den Anſchein hat, als ſeien ſie ſchon vor der Ablagerung der Urſchieferformation über den Spiegel des Oceanes emporgehoben worden. Während nun ſo die Atmoſphärilien die ihnen zugänglichen Urſchiefermaſſen zerſtörten und den ſo entſtandenen, mit noch unzerſetzten Mineralreſten, — namentlich mit den ſchwer zerſetzbaren Hornblende-, Glimmer- und Chlorittheilen — untermengten, Thonſchieferſchlamm dem Bette des Oceanes zuflutheten, ruhten auch die Wogen dieſes letzteren nicht und zertrümmerten die von ihnen beſpühlten Uferwände der Urinſeln, ſo daß ſich gar bald um dieſe herum im Schoße des Oceanes mehr oder minder mächtige Schuttablagerungen von Blöcken, Geröllen und Sand von Gneiß, Hornblende-, Chlorit-, Glimmer-, Urthonſchiefer, — kurz von den Beſtandesmaſſen der azoiſchen Formationen bildeten. Zwiſchen, neben und über dieſen Schuttanhäufungen ſetzte dann weiter die Meeresfluth all den Verwitterungsſchlamm der Urſchiefer ab, ſo daß aus den Blöcken und Geröllen Conglomerate, aus den Sandkörnern Sandſteine und aus den dann noch übrigen Schlammmaſſen Schiefer verſchiedener Art wurden.

Demnach müſſen alſo alle paläozoiſchen Formationen vorherrſchend aus Conglomeraten, Sandſteinen und Schiefern beſtehen, welche aus der Verwitterung, Zerſtörung und Schlämmung der Ur- und ſpäter auch der Thonſchiefer-Grauwacke-Inſeln entſtanden ſind. Zu dieſem Hauptbildungsmateriale indeſſen geſellten ſich dann weiter noch Kalkſteine und Mergel; welche hauptſächlich aus den Körperreſten von Meeresthieren entſtanden, Gypsablagerungen, welche unter dem Einfluſſe von Schwefelwaſſerſtoff aus der Umwandlung der Kalkſteine erzeugt wurden; Steinſalzſtöcke, welche aus dem Meereswaſſer ſich abſetzten; maſſige Eiſenerzlager, welche wohl zum großen Theile aus dem Eiſencarbonate, welches bei der Zerſetzung der Glimmer- und Hornblendegeſteine entſtand, hervorgingen; Steinkohlen, welche aus der Zerſetzung der in dieſer Zeitperiode lebenden Pflanzen erzeugt wurden, und endlich mancherlei Eruptivgeſteine, vor allen, wie in der vorigen Periode, Granite und Diabaſe, dann Hyperite und Gabbro, endlich Felſitporphyre und Melaphyre.

Nachdem sich in Folge von Wärme-Ausstrahlung an die Atmosphäre wie an das sich aus der letzteren niederschlagende Wasser die Oberfläche der azoischen Formation so weit abgekühlt hatte, daß eben das, sich auf ihr aus der Atmosphäre niederschlagende, Wasser nicht mehr wieder ganz verdunsten konnte; nachdem sich dann weiter auf ihr eine bleibende Wasserdecke gebildet hatte, welche noch mehr zur Abkühlung der damaligen Erdoberfläche beitrug; nachdem sich endlich auch in der oben angedeuteten Weise auf dem Grunde dieser Wasserdecke eine Schlammschichte gebildet hatte, welche von löslichen Alkalisilicaten und Kalkcarbonaten durchdrungen war, — nachdem dieses Alles geschehen war, konnten sich auf dem Grunde des damaligen Oceanes *die ersten Organismen* entwickeln, freilich — wenigstens im Anfange — nur Organismen mit dem einfachsten Körperbaue und solchen Körperformen, wie sie den damaligen Lebensverhältnissen angemessen waren. §. 308.

a. **Die Flora.** Unter allen nun nach und nach zum Vorscheine kommenden Organismen waren es wohl *Pflanzen*, mit denen die junge Erde ihr Schöpfungswerk begann; denn diese, welche nur von im Wasser löslichen Säuren und Mineralsalzen, und zwar vorherrschend von Kohlensäure, leben, fanden jetzt schon in dem erdbedeckenden Oceane das, was sie zu ihrer Entstehung und ihrem Gedeihen gebrauchten. Aber es *mußten* auch Pflanzen sein; denn durch diese allein konnte nicht nur das Wasser von allen den für das Thierleben gefährlichen Stoffen befreit und mit dem für das Letztere so wichtigen Sauerstoffe versorgt, sondern auch die für das erste Thierleben (— z. B. für die Rhizopoden und Infusorien —) nothwendige Nahrung geschaffen werden. Freilich mußten es Pflanzenarten vom einfachsten Körperbau und mit den einfachsten Lebensbedürfnissen sein, Pflanzen, welche noch in warmem, salzreichem Gewässer (— wie es der Urocean bot —) gedeihen konnten, und von ihrem Standorte weiter nichts, als eben Wasser und eine Stelle verlangten, auf der sie zu keimen und wenigstens bis zur vollen Entwickelung ihrer Körpers zu haften vermochten. Und solche Pflanzen (— wie sie ja auch noch gegenwärtig in jedem stehenden, zumal Kalkerde und Kieselsäure darbietenden Gewässer entstehen —) sind die aus einfachem, lockerem, weichem Zellengewebe bestehenden *Algen*. Sie sind es auch, von denen man schon in den ältesten paläozoischen, ja vielleicht auch in den jüngsten azoischen, Ablagerungen Reste (— die sogenannten *Fucoiden* —) vorfindet. Außer ihnen freilich konnte die oceanische Fluth keine anderen Pflanzen erzeugen; aber auch die schon im Anfange dieser Periode bestehenden Urinseln waren damals noch nicht geeignet, eine Landflora zu erzeugen und zu tragen; denn noch fehlte der Träger und Ernährer derselben, der Erdboden, noch war ihre Felsmasse zu heiß und wandelbar und die sie umfluthende Luft zu qualmig; noch konnte nicht das belebende Sonnenlicht die dicke Nebelluft durchdringen. Erst in der Mitte der paläozoischen Periode hatten sich die Lebensverhältnisse so verändert, daß nun auch schon höher entwickelte, aus Gefäßen und Zellengewebe bestehende, aber noch immer nur mit unscheinbaren, daher scheinbar nicht vorhandenen, Blüthen versehenen *Landpflanzen*, mit einem Worte: *kryptogamische Gefäßpflanzen* sich

§. 308. beiden Sippen Phillipsia und Griffithides mit wenigen Arten und in der Zechsteinzeit nur noch eine zweifelhafte Art.

Unter den Trilobiten der Silurformation sind als besonders bezeichnend anzugeben:

1) Paradoxides bohemicus: 1—6 Zoll lang; Kopfschild seitlich mit langen, nach hinten gebogenen Dornfortsätzen; Hinterleib mit 16—20, beiderseits gedornten Querringen; Schwanzschild klein (Fig. 163).
2) Calymene Blumenbachi: $1\frac{1}{2}$—6 Zoll lang; Kopfschild mit abgerundeten Hinterecken, dreieckigem Kopfbuckel und kugeligen Seitenlappen; Hinterleib mit 13 Ringeln (Fig. 164).
3) Trinucleus ornatus: bis 1 Zoll lang. Kopfschild größer, breiter und länger als der geringelte Hinterleib, in der Mitte mit 3 Höckern, an den beiden Hinterrändern mit 2, den Hinterleib überragenden, langen Dornspitzen (Fig. 165).

Fig. 165.
Trinucleus ornatus von Weſſela in Böhmen.

Fig. 166.
Phacops latifrons. Gekugeltes Exemplar. a. Vorderansicht; b. Seitenansicht.

Im Silur und auch Devon zugleich kommt vor die Gattung Acidaspis, deren ganzer Körper mit zahlreichen langen Stacheln bedeckt ist; aber für den Devon allein bezeichnend ist Phacops latifrons mit seinem halbkreisförmigen, grobgekörnelten Stirnschild, seinen großen, facettirten Augen und seinen 11, in der Mitte knotigen, Körperringen (Fig. 166).

b. Außer den Trilobiten hat man in der Devonformation von Forfarſhire auch eine Limulus-Art, nemlich den 6—7 Fuß langen und $1—1\frac{1}{2}$ Fuß breiten, am Kopfe mit Krebsscheeren und am Ende des Rumpfes mit einer breiten Schwanzplatte versehenen Pterygotus anglicus, und eine, in unendlicher Menge im Devon Naſſaus u. ſ. w. auftretende, kaum 2 Linien lange, Muſchelkrebsart, die mit punktirten Längsſtreifen und einer zweiklappigen Schale versehene, Cypridina serrato-striata gefunden (Fig. 168).

Fig. 167. Cypridina serrato-striata. a. In natürlicher Größe auf Cypridinenſchiefer aus den devoniſchen Schichten Naſſaus. b—d Von drei Seiten, vergrößert.

II. Die in der paläozoiſchen Periode auftretenden Fiſche gehören wohl meiſtens zu den mit einer ungleichförmigen (heterocercalen) Schwanzfloſſe und mit einem Knorpelſkelette versehenen Familien der Ganoideen d. h. mit rhomboidalen, knöchernen oder hornigen, mit einer glänzenden Schmelzſchichte versehenen, Schuppen oder Knochentafeln bedeckten Fiſchen.

§. 308. Zu den mit einem Knochenpanzer bedeckten heterocercalen Ganoideen gehört die Art Pterichthys cornutus (Fig. 168), zu den mit Knochenpanzer und auch mit Knochenschuppen bedeckten Arten aber gehört der mit großem Kopfschilde versehene Cephalaspis Lyelli (Fig. 169), welcher ebenso wie der erstgenannte im Old red Sandstone vorkommt, während die nur mit rhomboidalen Schmelzschuppen bedeckten Ganoiden-Geschlechter Amblypterus (Fig. 170), Platysomus und Palaeoniscus (Fig. 171), theils der Steinkohlen-, theils der Permzeit angehören.

Fig. 168. Pterichthys cornutus.

Fig. 169. Cephalaspis Lyelli.
a. Ansicht von der Seite. b. Ansicht von oben.

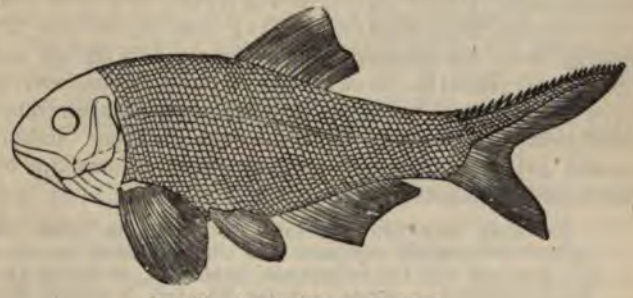


Fig. 170. Amblypterus macropterus.

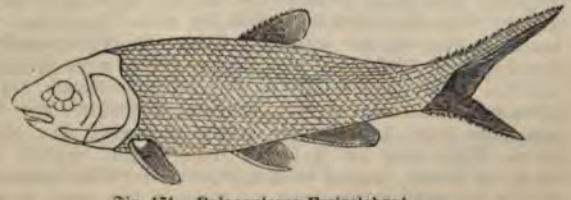


Fig. 171. Palaeoniscus Freieslebeni.

III. Von den in der paläozoischen Periode auftretenden Amphibien hat man nur in der Steinkohlen- und Zechsteinformation einige meist unvollständige, Reste, und zwar aus der Familie der Salamander, — so in den, zur Steinkohlenformation gehörigen Thoneisensteinen von Saarbrücken, den Archegosaurus Decheni — und aus der Familie der Eidechsen, — so in der Zechsteinformation den Proterosaurus Speneri, — beobachtet.

Die paläozoische Periode umfaßt ihren Ablagerungsmassen und Organismenresten nach die silurische, devonische, Steinkohlen- und Dyasformation, sowie es in der „Uebersichtlichen Zusammenstellung ꝛc. unter B. (§. 291) angegeben worden ist.

a. Die Thonschiefer-Grauwackeformationen oder das Uebergangsgebirge.

1. Die silurische oder cambrische Formation.

§. 309. **Ablagerungsgebiet, Mächtigkeit und Bildungsmassen derselben im Allgemeinen.** — Die silurische oder Silurformation, welche zuerst durch den, nunmehr verstorbenen, englischen Geologen Sir Roderick Murchison im Jahre 1833 als eine selbstständige Formation von der über ihr lagernden devonischen getrennt und nach dem alten keltischen Volksstamme der Siluren, (— welcher ehedem in demjenigen Theile von Wales wohnte, wo eben diese, die untere Region des Uebergangsgebirges bildenden, Ablagerungen sehr vollständig entwickelt auftreten, —) benannt wurde, bildet zwischen der Urschiefer- und devonischen oder oberen Grauwackeformation eine 10,000 bis 25,000 Fuß mächtige Reihe von Ablagerungen, welche vorherrschend aus Thonschiefer, eigentlicher Grauwacke, Grauwackeschiefer und Sandstein besteht, aber in vielen Gegenden auch Conglomerate, Quarzite, Kieselschiefer, Alaunschiefer, Grünsteine und Kalksteine umfaßt und namentlich aus den Zertrümmerungs- und Zersetzungsproducten der azoischen Gesteinsglieder entstanden ist.

Wie schon wiederholt angedeutet worden ist, so haben vorzüglich die Massen des Urthonschiefers unter dem Einflusse sowohl der Verwitterungspotenzen, wie auch der verschiedenen Substanzen, welche sich in dem, diesen Schiefer bedeckenden, Oceane aufgelöst befanden, so vielerlei Veränderungen erlitten, daß zwischen ihm und dem, ihn bedeckenden, klastischen Thonschiefer unzählige Uebergänge hervorgerufen wurden, wodurch oft die Unterscheidung zwischen diesen Schiefern fast unmöglich wird. Dazu kam nun noch, daß durch den Anprall der oceanischen Wogen die Gesteinsmassen der Urinseln mannichfach zerschellt und in gröberen und feineren Steinschutt zermalmt wurden, welcher dann durch den Verwitterungsschlamm des Urthonschiefers zusammengekittet und in Conglomerate, Sandsteine und sandige Schiefer umgewandelt wurde. Da der gröbere Steinschutt von den Meereswogen in der Regel schon am Fuße der Urinselmassen abgesetzt wurde, so liegt darin der Grund, warum die Conglomerate der Silurformation hauptsächlich nur in der nächsten Umgebung der Urinseln und zwar da am meisten auf-

treten, wo die Ablagerungsmassen dieser Inseln eine schief aufgerichtete Schichtenstellung besitzen, so daß Luft und Wasser leichter zwischen die Schichten der Urschiefer eindringen und dieselben aus einander zwängen konnten.

In manchen Landesgebieten hat sich in dieser Weise zwischen der Urschiefer- und eigentlichen Silurformation eine Art Zwischen- oder Uebergangsformation gebildet, welche aus grauen Conglomeraten, Sandsteinen, Quarziten und kohlereichen, dem Urthonschiefer sehr ähnlichen, Thonschiefern besteht und von den Einen noch als die oberste Ablagerungszone der Urschiefer, von den Anderen aber als die unterste Schichtenzone der Silurformation betrachtet wird. Diese Schichtenzone, welche in manchen Gegenden sehr mächtig (z. B. in Shropshire 26,000 Fuß) entwickelt auftritt, hat man nach einem ihrer Hauptablagerungsgebiete in Wales oder Cambria die cambrische Formation genannt. Sie bildet, wie oben schon erwähnt, die Heimath der Oldhamia antiqua. — Im Folgenden wird diese Formation als unterste Etage der Silurformation betrachtet.

Nähere Betrachtung der Hauptbildungsgesteine in der Silurformation. — Wenn auch in der Periode, in welcher sich die Ablagerungen der Silurformation bildeten, das Wasser des Oceanes noch reich an mineralischen Bildungselementen war, aus denen sich krystallinische Gesteine (— z. B. Quarzite, Kieselschiefer, Kalksteine, Dolomite und Steinsalz —) entwickeln konnten, so herrschten doch im Allgemeinen die aus der Zertrümmerung, Zersetzung und Schlämmung des Urthonschiefers, Urglimmerschiefers, Chlorites und Gneißes entstandenen klastischen Felsbildungsmaterialen an Massenhaftigkeit vor. Diese letzteren nun waren ihrer Körpermasse nach entweder roll- und schwemmbar (— also psephitisch und psammitisch d. i. Gerölle und Sandkörner —) oder schlämmbar (— pelitisch d. i. Schlamm —). Es mußten demnach auch die Hauptablagerungsmassen von doppelter Art sein, nemlich entweder Conglomerate und Sandsteine, deren Trümmer durch die schlammigen Bildungsmassen verkittet erscheinen oder vorherrschend nur aus erhärtetem Schlamme bestehende Schiefer. Da nun aber die Schiefermasse auch zugleich das Bindemittel der Conglomerate und Sandsteine bildet, so ist sie überhaupt als das Hauptbildungsmaterial der Silurformation zu betrachten, von dessen mineralischer Beschaffenheit die Natur der silurischen Conglomerate und Sandsteine abhängt. §. 310.

Nun besteht die Schiefermasse entweder aus geschlämmter, von Kieselsäure durchdrungener und innig mit feinen Hornblendenädelchen und zarten Glimmer- oder Chloritschüppchen untermengter, Urthonschiefermasse oder aus dem thonigen, ebenfalls mehr oder weniger von Kieselsäure durchdrungenen, Rückstande von vollständig durch den Verwitterungsproceß zersetztem Gneiß, Granit, Glimmer- und Urthonschiefer der azoischen Formationen. Dem gemäß müssen in der Silurformation auch zweierlei klastische Gesteine vorkommen, nemlich halbklastische, durch geschlämmten Urthonschiefer gebildete, und ganzklastische, durch den Verwitterungsthon der azoischen Felsarten zusammengesetzte.

Alles dieses vorausgesetzt, lassen sich dann die Hauptbildungsmassen der Silurformation in folgende Uebersicht bringen:

§. 310. **Silurische Hauptbildungsmassen,**
in welchen

geschlämmter Urthonschiefer das vorherrschende Bildungsmaterial ist:	Thon das vorherrschende Bildungsmaterial ist:	
Eigentliche Grauwackegebilde	**Ganzklastische Gebilde**	
	mit thoniger Hauptmasse	mit kieseliger Hauptmasse
Thonschiefer, Grauwackeschiefer, schiefrige Grauwacke, dichte Grauwacke, Grauwackesandstein und Grauwackeconglomerat von vorherrschend grauer, graubräunlicher oder graugrünlicher Farbe.	Schieferthon, thoniger oder kieseliger Sandstein und thoniges oder kieseliges Conglomerat von vorherrschend weißlicher, gelblicher oder auch röthlichbrauner Farbe.	

Da zur Bildungszeit der Silurformation theils durch Zersetzung der azoischen Gesteine, theils auch noch durch vulcanische Dämpfe das Wasser des Oceanes sehr reich an Kieselsäure war, welche sowohl von dem Urthonschieferschlamme wie auch von dem Verwitterungsthone begierig aufgesogen wurde, so mußte nicht nur das Bindemittel der oben genannten halb- und ganzklastischen Gesteine mehr oder weniger verkieselt werden, sondern auch noch Material zur Bildung von Quarzit und Kieselschiefer übrig bleiben.

Unter allen den eben angegebenen Bildungsmassen der Silurformation steht oben an:

1) der Thonschiefer, welcher im §. 219 schon näher beschrieben worden ist, unterscheidet sich vom Urthonschiefer, welchem er nicht selten unmittelbar auflagert und sehr ähnlich ist, zunächst durch einen mehr erdigen Bruch, unreinere grauschwarze Farbe und einen matteren, oft kaum bemerklichen, Glanz, sodann auch in vielen Fällen durch einen größeren Gehalt von kohligen Theilen, in Folge deren er an der Luft sich heller grau färbt, und endlich auch durch seine Ablagerungsverbindung mit den Grauwackegesteinen, in welche er mannichfach übergeht. Durch Aufnahme von sehr feinem Sand wird er in dieser Weise zunächst zu Grauwackeschiefer, weiter dann durch Aufnahme von gröberem Sand zu schiefriger Grauwacke und endlich zu Grauwackesandstein. — Unter den, seiner Masse beigemischten, Substanzen sind hauptsächlich zu erwähnen: Kieselsäure, Eisenoxyd, Chlorit oder Grünerde und Kohle (Graphit). Die erstere, welche sich meistens schon durch kochende Kali- oder Natronlauge ausziehen läßt, ist oft in so großer Menge vorhanden, daß der Thonschiefer zu Wetz- und Kieselschiefer wird; das Eisenoxyd aber, welches als ein Zersetzungsproduct des im Urthonschiefer vorhandenen Magnesiaglimmers oder Amphiboles zu betrachten ist, färbt nicht nur die Masse des Thonschiefers braunroth, sondern wandelt sie auch bei sehr reichlich vorhandener Menge in eine Art rothen Thoneisensteines um; der Chlorit ferner färbt den Thonschiefer grünlich und bewirkt bei reichlich vorhandener Menge, daß sich dieser Schiefer weich und fettig anfühlen läßt; die Kohle endlich wandelt den Thonschiefer in Zeichen- oder Griffelschiefer oder in sogenannte schwarze Kreide um.

Da, wo die Silurformation den Urschiefermassen concordant und gleichmäßig auflagert, bildet er sehr oft die Unterlage der ganzen

Formation und geht in diesem Falle nach unten in den Urthon- §. 310.
schiefer über; da aber, wo diese Formation Gneiß-Urschieferinseln umlagert und erst nach der Hebung dieser letzteren entstanden ist, liegt der Thonschiefer in der Regel über Grauwackeschiefer und Grauwackesandstein, während Grauwackeconglomerat die Sohle der ganzen Formation bildet. Außerdem zeigt er sich häufig in Wechsellagerung mit Grauwackeschiefer, Grauwackesandstein und dichter Grauwacke. Bei mächtiger Entwickelung umschließt er gar nicht selten alle möglichen Abarten seiner Masse, so namentlich Dach-, Griffel-, Zeichnen-, Kiesel- und Wetzschiefer, in Nestern, Lagern und Zwischenschichten.

2) Die Grauwacke (vgl. §. 234), eine körnige, dichte oder schiefrige, nicht selten ganz homogen aussehende, vorherrschend graue, bisweilen jedoch auch röthlich- oder gelblichbraune, ganz von erstarrter Kieselsäure durchzogene und mit gröberem oder feinerem bis pulverigem Quarz-, Kieselschiefer- oder Thonschiefersand innig und gleichmäßig untermengte, harte und zähfeste Thonschieferschlammmasse, von welcher man, wie im §. 234 schon angegeben worden ist, folgende Abarten unterscheidet:

   a. die eigentliche, gemeine oder körnige Grauwacke oder den Grauwackesandstein mit sehr vielen hirsekorn- bis erbsengroßen Körnern von Quarz, Lydit und Thonschiefer und von großer Festigkeit;

   b. die dichte Grauwacke, eine kieselsäureärmere, mit pulverigem, aber doch noch durch Schlämmen abtrennbaren, Quarzsand (oder Kieselmehl) innig gemengte, weichere und fast wie ein gleichartiges, dem Hornfels ähnliches Gestein aussehende, Grauwacke, aus welcher durch reichliche Aufnahme sehr zarter Glimmer-, Chlorit- oder auch Graphitschüppchen

   c. der Grauwackeschiefer entsteht, welcher dem Thonschiefer oft sehr ähnlich sieht, aber nicht so eben und glattschiefrig wie dieser und an seinen Schichtflächen oft wulstig und wellenfurchig ist;

   d. die schiefrige Grauwacke, eine körnige oder gemeine Grauwacke, welche durch reichliche Aufnahme von Glimmerschuppen Anlage zur dickschiefrigen Structur erhalten hat;

   e. die conglomeratische Grauwacke, eine körnige, seltner dichte, Grauwacke, welche zahlreiche, haselnuß- bis kopfgroße, eckige und abgerundete, Gerölle von Gneiß, Granit, Syenit, Diorit, Glimmer- und Urthonschiefer, — kurz von den Gesteinsmassen der azoischen Formationen umschließt, ein Strandgebilde ist und darum vorherrschend als unterste Lage in denjenigen Gebieten der Silurformation auftritt, welche die Inseln der azoischen Formationen zunächst umlagern. Nicht selten dem Conglomerate des Grauliegenden recht ähnlich, aber nicht mit Säuren aufbrausend.

§. 310. außer seinen, oft zahlreichen, silurischen Petrefacten zahlreiche, seine Masse nach allen Richtungen durchziehende, weiße oder auch röthliche Kalkspathadern. Er bildet theils lagenweise geordnete, sphäroidische Knollen in den Schiefern, theils zusammenhängende Lagerschichten zwischen den letzteren. — Obwohl er in vielen Grauwackegebieten schon in der unteren, älteren Etage der Silurformation auftritt, so scheint doch erst die obere oder jüngere Etage dieser Formation sein Hauptablagerungsgebiet zu sein. In dieser letzteren zeigt er sich hauptsächlich im Verbande theils mit kohlereichen Graptolithenschiefern, theils mit diabasitischen Grünsteinen und deren Tuffen. — Mit dem Kalksteine zugleich und auch ohne ihn tritt oft auch krystallinisch-körniger, gewöhnlich gelblich gefärbter, Dolomit auf, welcher sich da, wo er zu Tage steht, schon durch seine zerklüfteten, zackigen Felsriffe bemerklich macht. In der Eifel bildet derselbe die oberste Etage jeder Kalksteinmulde; ebenso ist er in den oberen Lahngegenden bei Wetzlar und Gießen zu finden; und in Nordamerika (in Jowa, Wisconsin und Illinois, Virginia ꝛc.) umschließt er im unteren Silur bedeutende Erzlagerstätten von Bleiglanz und Zinkblende.

4) Die Diabase oder Grünsteine, welche schon im §. 194, 195 und 199 näher betrachtet worden sind, bilden namentlich mit ihren Schiefern, Aphaniten, Schalsteinen und Tuffen sowohl in der Silur-, wie in der Devonformation häufig einerseits ganz regelmäßige, schichtenartige Einlagerungen zwischen den Schichtmassen der Grauwacke und des Thonschiefers und stehen andererseits in einem eigenthümlichen Verbande mit Kalkstein und Rotheisenerz. — Ihre Einlagerungen zwischen den Thonschiefern zeigen meist dasselbe Fallen und Streichen wie die sie umgebenden Schiefer, so daß man annehmen muß, daß sie unter denselben Bildungsverhältnissen wie diese letzteren durch den Einfluß von Wasser entstanden sind. Da nun aber ihr Bildungsmaterial — Augit und Feldspath — und gar oft auch ihr ganzer Habitus vulcanischer Natur ist, so hat man angenommen, daß in der Entwickelungsperiode der Silur-Devonformation zu verschiedenen Zeiten submarine Diabaseruptionen stattgefunden haben, welche ihre Auswurfsproducte, — sowohl krystallinische wie klastische, — auf dem Grunde des Oceanes über den schon vorhandenen Grauwacke- und Thonschieferschichten ganz gleichmäßig ausbreiteten, so daß sie deckenförmige Platten bildeten, welche dann später wieder von neuen Grauwacke-Thonschiefernniederschlägen überlagert wurden. — Alles dieses gilt namentlich von den dichten, schiefrigen und körnigen Diabasen; die Tuffe, Breccien, Conglomerate und Schalsteine dagegen, welche ganz in derselben Weise Einlagerungen bilden, scheinen vorzüglich aus einer Mengung von Diabasschutt oder Diabasasche mit Thonschiefer- und Grauwackeschlamm entstanden zu sein, da sie in beide letztgenannten Gesteine mannichfache Uebergänge wahrnehmen lassen. — Außer den eben erwähnten Ablagerungsverbindungen zeigen sich nun die Diabase, namentlich die Kalkdiabase und Diabasmandelsteine, in mannichfachem Verbande mit Kalksteinen und Roth-

eisenerz. Die ersteren lagern gewöhnlich über, die letzteren aber bilden Einlagerungen theils zwischen dem Kalkstein und Diabas, theils zwischen diesem und den Thonschiefern. In Böhmen bilden die Diabase das Becken, in welchem die Kalksteine lagern, so daß diese letzteren erst nach der Bildung der Diabase entstanden sein können. — Endlich treten die Diabase, und namentlich ihre körnigen und porphyrischen Abarten, auch in massigen Gängen und Stöcken auf, welche erst nach der Entwickelungszeit der Silur- und häufig auch noch der Devonformation aus dem Erdinnern hervorgebrochen sein müssen, da sie alle Ablagerungen dieser Formationen durchbrochen haben und sich auf ihrer Oberfläche theils als Decken, theils als klippige Felsriffe erheben.

5) Nächst den diabasitischen Gesteinen treten in vielen Silurgebieten (z. B. nach Barrande bei Skrey in Böhmen, in Südschottland, in Cumberland, Nordwales und Westmoreland ꝛc.), aber oft auch in der devonischen Formation (z. B. in den Lennegegenden, in den Vogesen und im Schwarzathal am Südost-Thüringer Walde) graulich-röthliche, bräunliche und gelbliche, schiefrig-porphyrische, Porphyroide oder Flaserporphyre in oft bedeutenden Lagermassen zwischen den Thonschiefern auf. In ihrem äußeren Habitus nähern sie sich, zumal wenn sie größere, röthliche oder weiße Orthoklas- oder Albitkrystalle umschließen, theils stark den Felsitporphyren oder auch Diabasporphyren, theils den porphyrischen Thonschiefern, in welche sich auch nicht selten deutliche Uebergänge wahrnehmen lassen, wie dieses v. Dechen namentlich von dem Flaserporphyr des Breusch- und Thurnthales gezeigt hat. Rein vulcanische Gesteine können dieselben darum nicht sein, zumal da man auch in ihnen schon am Steimel bei Schademer einen Homalonotus eingeschlossen gefunden hat. Vielleicht sind dieselben dadurch entstanden, daß Dämpfe und Lösungen von sauren kieselsauren Alkalien noch schlammweiche Thonschiefermassen durchdrungen und hierdurch felsitisch gemacht haben.

Kohlengebilde, Steinsalz- und Erzlager in der Silurformation. §. 311. — Da in vielen Gegenden Nordamerikas (— z. B. im Staate New-York bei Salina und Syracuse, im Staate Michigan bei Saginaw und v. a. O. —) bedeutende Kochsalzquellen aus den Ablagerungen der Silurformation hervorsprudeln, so kann das Vorhandensein von Steinsalz-Ablagerungen nicht bezweifelt werden, zumal da auch die gewöhnlichen Begleiter dieses Salzes, — Gyps, Mergel, Lettenthone, — in der Silurformation nicht fehlen. — Merkwürdig aber und sehr beachtenswerth ist das Vorkommen von Anthracitlagern zwischen Graptolithen führenden Thonschiefern in der unteren Etage der Silurformation, wie man sie z. B. nach Sharpe bei Vallongo, östlich von Oporto, und nach Harkneß in Südschottland besitzt. Offenbar sind dieselben aus der Verkohlung von Meeresalgen oder Seetangen (Fucoiden) entstanden, wofür einerseits das Vorkommen von Resten dieser Pflanzen und der starke Kohlengehalt in den Schiefern selbst und andererseits der Umstand spricht, daß zu der Zeit, in welcher sich die unteren Ablagerungen der Silurformation ent-

wickelten, noch keine Landflora vorhanden war, welche das Material zur Kohlenbildung liefern konnte.

Wie in der Urschieferformation, so kommen auch in dem Silurgebiete mancher Gegenden bedeutende Erzlagerstätten theils gleichmäßig zwischen den Schiefern, theils zwischen diesen und dem Kalksteine abgelagert vor. Hauptsächlich sind es Eisen-, Kupfer-, Blei- und Zinkerze, welche oft in dieser Weise auftreten.

a. Unter den Eisenerzen machen sie vorzüglich bemerklich:
   1) Eisenspath mit einer Umhüllung von Brauneisenerz, so z. B. in wahrhaft kolossaler Masse bei Eisenerz in Steyermark (§. 148 S. 451); dann nach v. Hauer wahrscheinlich alle die Stöcke dieses Erzes in den Tyroler Alpen von Neukirchen bis gegen Hall hin;
   2) Brauneisenerz, welches ähnlich dem Eisenspathe sehr gewöhnlich in der Begleitung von Kalksteinlagern, ja oft inmitten derselben auftritt, z. B. im Voigtlande, in der Eifel und in den westlichen Staaten Nordamerikas;
   3) Eisenrogenstein, z. B. in Böhmen in der Gegend von Zbirow und v. a. O.; im Staate New-York im Herkimer- und Oneida-County.

b. Kupferkies, welcher gewöhnlich in der Gesellschaft von Eisenkies, Zinkblende und Bleiglanz auftritt, hie und da nicht bloß bedeutende Lager bildet, sondern auch in netzförmig verzweigten Adern und Gängen die Ablagerungsmassen des Silurs durchzieht, z. B. bei Agram in Croatien.

c. Bleiglanz und die aus seiner Zersetzung hervorgegangenen Bleisalze treten hauptsächlich in Verbindung mit dem silurischen Kalksteine auf und bilden mit diesem zusammen oft weit ausgedehnte mächtige Lager, so vor allen in dem Untersilur Nordamerikas, wo sie in Wisconsin, Iowa und Illinois über einen Raum von 220 geographischen Meilen verbreitet sind.

d. Mit diesen Blei- und Kupfererzen zeigen sich häufig auch Galmei- und Zinkblende-Lager im Verbande.

e. Außer allen diesen Erzen kommen auch nicht selten Quecksilbererze in der Silurformation vor. Dieses ist unter anderen der Fall bei Almaden in Spanien, wo mächtige Schichten von silurischem Sandsteine mit Quecksilber und Zinnober mehr oder weniger durchdrungen erscheinen. Nach Lipold gehören vielleicht auch hierher die Quecksilberstätten von Idria in Krain, wie ja auch der Eisenerzberg bei Eisenerz in Steyermark häufig Zinnoberputzen enthält.

§. 312. **Ablagerungsweisen und Lagerungsverhältnisse der Silurformation.** — Die Silurformation hat bei normaler Lagerung ihren Sitz auf einer der azoischen Formationen, sei es nun auf Urschiefer, sei es auf Urgneiße, und wird bei vollständiger Entwickelung der Grauwackeformationen von der Devonformation oder, wo diese letztere fehlt, von der Steinkohlen- oder einer anderen jüngeren paläozoischen Formation überlagert; in denjenigen Gebieten der Erdrinde aber, welche schon während oder kurz nach der Ablagerung ihrer Glieder für immer über den Spiegel des Oceanes

emporgetrieben worden sind, bildet sie noch heute die Oberfläche dieser Landesgebiete. § 312.

In vielen Landesgebieten der Erde ist sie vollständig und mächtig entwickelt, so namentlich in Wales, Böhmen und Nordamerika, in anderen Gegenden nur theilweise, so am Frankenwalde, in Sachsen und am Harze, und in noch anderen Ländern fehlt sie scheinbar ganz, so daß die sonst über ihr befindliche Devonformation unmittelbar auf einer der azoischen Formationen zu lagern scheint, so z. B. in Rheinpreußen und Nassau.

Wenn indessen die Glieder der Silur- und Devonformation ganz concordante Ablagerung unter einander besitzen, wenn ferner beide Formationen aus gleichartigen Ablagerungsmassen bestehen, wenn endlich die Silurformation arm oder leer an Organismenresten ist, — dann ist es fast unmöglich, über das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein dieser Formation ein endgültiges Urtheil zu fällen. — In nicht seltenen Fällen ist wohl auch die Silurformation in einzelnen oder auch in allen Gliedern vorhanden gewesen, aber durch Erderschütterungen und die Fluthen des Oceanes wieder zertrümmert, zerschlämmt und zur Bildung der devonischen Formationenglieder benutzt worden, so daß wahrscheinlich gar manche Devonformation ihr Bildungsmaterial aus der zerstörten Silurformation erhalten hat.

Da, wo nun die Silurformation noch gegenwärtig stark entwickelt erscheint, da bilden, wie auch schon früher bemerkt, eigentliche *Grauwacke*, *Grauwackeschiefer*, *Thonschiefer*, *Schieferthone* und *Sandsteine* ihre Hauptablagerungsmassen, sei es nun, daß jede derselben für sich allein schon bedeutende Ablagerungszonen bildet, sei es, daß sie auf mannichfache Weise mit einander wechsellagern. Diese Wechsellagerung und dieses Zusammenauftreten gilt namentlich von den Gliedern der Grauwacke und des Thonschiefers, während die Sandsteine gewöhnlich für sich allein oder auch mit Zwischenschichten von Schieferthonen und Grauwackegliedern mächtige Ablagerungszonen darstellen. — In einem und demselben Silurgebiete erscheinen nun gewöhnlich diese Hauptglieder in bestimmten Etagen oder Zonen so übereinander gelagert, daß in jeder Zone eins dieser Glieder das Hauptbildungsmaterial darstellt, zwischen welchem Schichten von den Hauptgliedern der anderen Zonen eingeschaltet sind. — Zwischen diesen Hauptgliedern erscheinen nun außerdem noch die Einlagerungen der untergeordneten Silurmassen, so der *Kieselschiefer* und der *diabasitischen Gesteine*, vor allen aber der *Kalksteine*, deren oft weit ausgedehnte Lagermassen namentlich in den oberen Etagen der Silurformation theils zwischen den Hauptgliedern einer und derselben Zone, theils zwischen je zwei Zonen, gewissermaßen als Grenzzonen zwischen zwei Hauptzonen, auftreten.

Die *Ablagerungsformen* der Silurmassen sind äußerst verschieden. In dem einen Gebiete lagern sie so vollkommen horizontal übereinander, daß man annehmen muß, daß ihre ganze Masse durch eine gleichmäßige, allmählich und durch Jahrhunderte hindurch dauernde Hebung von unten nach oben in die Höhe getrieben worden ist. Dieses ist unter anderem der Fall in dem Mississippi-Gebiete Nordamerikas, in Rußland,

Schweden (Fig. 172) und dem ſüdlichen Norwegen. In anderen Gebieten dagegen erſcheinen die Silur-Ablagerungen auf die mannichfachſte Weiſe unter ſich verſchoben, gehoben, gebogen und zerknickt. — Bei allem dieſen

Fig. 172. Profil des Silurs am Wener See.
Silur (a, b, c, d) auf laurentiſchem Gneiße (a'), überlagert von einer Trappdecke (e) an der Kinnekulle am Wener See.

iſt nun noch das bemerkenswerth, daß die Silurmaſſen unter ſich nicht ſelten ganz horizontal und concordant lagern, während die Glieder der unter ihr lagernden Gneiß-Urſchieferformation auf das Mannichfachſte gehoben erſcheinen und ſich demnach in gänzlich discordanter Ablagerung zu ihnen befinden, ſo in Skandinavien, ſo daß man annehmen möchte, daß die von unten nach oben hebende Potenz ſich gleichmäßig durch die ſenkrecht gehobenen und zerriſſenen azoiſchen Schichten einen Durchgang erbrochen und ſich dann zwiſchen ihnen und den noch dehnſamen Silurablagerungen angeſammelt hat, um dieſe letzteren dann gleichmäßig zu heben.

§. 313. **Organismenreſte in der Silurformation.** — In der Bildungsperiode der Silurformation war die Erdoberfläche noch von einem endloſen Oceane umſchloſſen, aus welchem zerſtreut die Inſeln des Gneißes und der Urſchiefer hervorragten. Die Tiefe dieſes Oceanes war ſich nicht überall gleich. Die mannichfach gehobenen, bald wellenförmig gebogenen, bald ſcharf umgeknickten, Schichtmaſſen der azoiſchen Formationen, ſowie die bald in Decken ausgebreiteten, bald als unterſeeiſche Felsriffe emporſtarrenden Eruptivmaſſen, hier der Granite und Syenite, dort der Diorite und Diabaſe, bewirkten, daß der Ocean an den einen Stellen eine gewaltige, für Organismen, zumal von weichem, zartem Körperbau, unzugängliche Tiefe beſaß, während er oft nicht weit davon ſeichter war und hierdurch der erwachenden Organismenwelt eine genügende Heimath gewährte. Dazu kam noch, daß an gar manchen Stellen auf dem Grunde des Oceanes aus Ritzen und Spalten ſeiner Sohle heiße vulcaniſche Dämpfe und Gaſe empordrangen, welche ein Erwachen und Gedeihen der Organismenwelt nicht geſtatteten. Endlich war auch die mineraliſche Beſchaffenheit des oceaniſchen Bodens nicht überall von der Art, daß ſie dem, ſie beſpülenden, Waſſer ſolche Stoffe übergeben konnte, welche der entſtehenden Organismenwelt zum Aufbaue ihrer Körpertheile nothwendig waren. — In allem dem nun liegt der Grund, warum einerſeits *nicht überall* in dem Oceane der Silurzeit das Pflanzen- und Thierleben erwachen und andererſeits *nicht überall ganz gleiche Arten* von einem und demſelben Organismengeſchlechte zum Vorſcheine kommen konnten, warum alſo in der Silurzeit wohl im ganzen Bereiche des Oceanes dieſelben Claſſen, Ordnungen und Familien, aber nicht überall auch dieſelben Gattungen und Arten dieſer verſchiedenen Abtheilungen der Organismenwelt zu finden waren, warum in dem einen Gebiete der Silurformation ein gänzlicher Mangel und in einem anderen, daneben liegenden und ganz aus denſelben

Gesteinsgliedern bestehenden, Gebiete dieser Formation ein großer Reich- §. 313.
thum von Organismenarten zu Tage tritt, warum endlich z. B. nach Barrande von den bis zum Jahre 1856 in Böhmen aufgefundenen 275 und von den bis dahin in Skandinavien vorkommenden 346 silurischen Trilobiten-Arten nur zwei Arten als vollkommen übereinstimmend getroffen worden sind. Die **allgemeinen** Lebensverhältnisse waren demnach wohl in der Silurzeit geeignet, eine ganze Familie im Allgemeinen zu schaffen, aber die für jede einzelne Gattung und Art dieser Familie nothwendigen, **speciellen** Lebensbedingungen vermochten damals schon ebenso wenig wie noch heutigen Tages in allen Gebieten des Oceanes hervorzutreten und eine sich überall ganz gleiche Thierartenwelt zu schaffen und zu erhalten.

a. Die Flora. — Wie nun schon im §. 311 angedeutet worden ist, so waren wohl die ersten Sprößlinge der silurischen Organismenwelt Pflanzen vom einfachsten Körperbau, weiche oder knorpelige, blüthenlose Zellenpflanzen aus der großen Familie der Seetange (Fucus), welche auf dem Grunde des Oceanes erwuchsen. Wenigstens sprechen für diese Annahme die in den ältesten Schiefern und Sandsteinen der Silurformation gefundenen, oft sehr zahlreichen, aber nur mangelhaft erhaltenen, Fucoiden, unter denen sich namentlich der mit einem walzigen, quer geringelten, gabelig verästelnden, knorpeligen Körper versehene Arthrophycus Harlani (n. Hall) (Fig. 173) im Silursandsteine Nordamerikas, sowie der Chondrites antiquus (nach Sternbg) und die Dictyonema Hissingeri (nach Göpp.) in den Silurschiefern Böhmens, Englands und Skandinaviens bemerklich machen. Höchst wahrscheinlich würde man diese Fucoiden in weit größerer Menge finden, wenn ihre Körpermasse nicht so leicht zersetzbar wäre. Indessen waren sie es doch jedenfalls, deren kohlige Zersetzungsmasse nicht bloß viele der silurischen Gesteine durchdrang und schwarz färbte, sondern auch die früher schon genannten Anthracitlager der Silurformation hervorbrachte.

Fig. 173.
Arthrophycus Harlani.

b. Die Fauna. — Soweit die Untersuchungen Barrande's über die in dem Silurgebiete Böhmens vorkommenden Organismenreste reichen, so hat man bis jetzt in diesem Gebiete über 2250 verschiedene Thierspecies aufgefunden; rechnet man hierzu die außer diesen Arten noch in England, Skandinavien, Rußland und Nordamerika bemerkten Species, so darf man wohl annehmen, daß in der Bildungsperiode der Silurformation schon fast 9000 Thierarten existirt haben, nemlich

161 Protozoën (von πρῶτος, der Erste, und ζῶον, Thier),

§. 313. 507 Coelenterata (von κοῖλος, hohl, und ἔντερον, Eingeweide, alſo darmloſe Thiere),
500 Echinodermen (von ἐχῖνος, Igel, und δέρμα, Haut, alſo Thiere, deren Haut mit Höckern oder Stacheln bedeckt iſt),
154 Anneliden (anulata, geringelt, alſo geringelte Seewürmer),
1611 Trilobiten,
318 Entomoſtraceen (von ἔντομον, Einſchnitt, und ὄστρακον, Schale, alſo Krebſe mit einem Rückenſchild oder einer Muſchelſchale),
441 Polyzoën (von πολύς, viel, und ζῶον, Thier; moosähnliche Korallenpolypen),
1650 Brachiopoden (von βραχίον, Arm, und πούς, Fuß, alſo Armfüßler),
168 Monomyarier (von μόνος, eins, und μῦς, Muskel, alſo Muſcheln, welche an jeder Muſchelklappe inwendig nur einen Muskeleindruck haben),
541 Dimyarier (Muſcheln mit zwei Muskeleindrücken inwendig an jeder Schale),
358 Heteropoden und Pteropoden,
895 Gaſteropoden,
1454 Cephalopoden,
37 Fiſche.

Es iſt nicht unwahrſcheinlich, daß noch mehr Thierarten exiſtirt haben als die oben genannten Zahlen angeben; ihre Körpermaſſen wurden aber vollſtändig zerſtört, weil ſie nur aus einer ſchleimigen, gallertartigen oder weichen Maſſe beſtanden, welche durch keine oder doch nur durch eine zarte, leicht zertrümmerbare, Schale oder Hülle gegen das Drängen und Stoßen der Meereswogen geſchützt war.

Da ſich während der Entwickelung der ſiluriſchen Ablagerungsmaſſen die Lebensverhältniſſe wiederholt ändern mußten, ſo konnten auch nicht zu allen Zeiten der Silurperiode immer ein und dieſelben Thierarten exiſtiren, mußten die empfindlicheren von ihnen bei jedem Wechſel der ihnen zuſagenden Lebensverhältniſſe entweder ganz zu Grunde gehen oder, wenn ſie weniger empfindlich waren, ihre Körperglieder den veränderten Lebensverhältniſſen gemäß umändern; konnten ſich aber auch nicht alle die oben angegebenen Ordnungen der Thiere mit allen ihren verſchiedenen Arten in einem und demſelben Zeitraume der Silurperiode entwickeln. In der That hat der ſcharfſinnig beobachtende Barrande bei ſeinen vieljährigen und ſorgfältigen Beobachtungen der ſo reichen Silurfauna Böhmens dieſe Annahmen beſtätigt gefunden und dem gemäß die Silurfauna in drei Hauptentwickelungsſtufen gebracht, nemlich in eine primordiale, welche ſich in den unterſten oder älteſten, in eine zweite, welche ſich in den mittleren Etagen, und in eine dritte Fauna, welche ſich in den oberſten oder jüngſten Etagen der Silurformation findet. Außerdem aber hat er auch Arten gefunden, welche zweien dieſer Etagen, ſei es der älteſten und mittleren oder der mittleren und jüngſten Etage gemeinſchaftlich angehören.

Alles dieſes vorausgeſetzt, laſſen ſich nun die für die Silu beſonders charakteriſchen Thierarten in folgende P

Ordnungen.	Arten				
	der ältesten Fauna.	der ältesten und mittleren Fauna.	der mittleren Fauna.	der mittleren und jüngsten Fauna.	der jüngsten Fauna.
Amorphozoën (Spongien).				Siphonia ob. Astylospongia praemorsa. Aulocopium aurantium.	Ischadites Königii (Murch.).
Pennatulinen oder Graptolithen (Sertularien?).	Monograpsus priodon; — Graptolithus bohemicus (Barr.); — Gr. Nilssoni; — Gr. palmeus; — Gr. Geinitzianus; — Rastrites Linnei (alle nach Barrande).				
Korallen und zwar vorherrschend Zoantharien.	(In Rußland: Halysites labyrinthica).			Halysites catenularia u. escharoides; Calamopora Gottlandica u. aspera; Stenopora fibrosa.	Omphyma Murchisoni u. turbinatum; Cyathaxonia Dalmani (Edw.); — Cyathophyllum truncatum; — Syringopora bifurcata; — Alveolites repens; — Coenites intertextus.
Echinodermen u. zwar Krinoideen.	(In Norwegen: Echinosphaerites aurantium).		Echinosphaerites aurantium; Caryocystites granatum.	Crotalocrinus rugosus.	
Bryozoën.				Fenestella subantiqua.	Fenestella Lonsdalii.
Brachiopoden.	Obolus Apollinis. (In Rußl.: Spirigerina undifera.) Orthis lynx (?) (In Norweg.: Lingula attenuata. – Orthis callactis und calligramma).	Lingula Davisii.	Lingula attenuata. Strophomena grandis. Leptaena Humboldti. Pentamerus lens, borealis und oblongus. Orthis moneta, lata, Actoniae, striatula.	Rhynchonella nucula u. borealis. Strophomena depressa u. imbrex. Leptaena transversalis, sericea. Orthis testudinaria, orbicularis, elegantula, lynx. — Spirifer crispus.	Lingula cornea und Lewisii. Rhynchonella nucula und Wilsonii. Chonetes cornuta. Pentamerus galeatus, oblongus u. Knightii. Spirifer elevatus; Spirigerina reticularis, didyma.
Bivalven (Muscheln).			Modiolopsis orbicularis u. obliqua.	Cardiola interrupta.	Cardiola fibrosa; — Orthoneta retusa u. amygdalina; — Pterinea lineatula, planulata.
Gasteropoden (Schnecken).				Euomphalus funatus.	Trochus helicites; Loxonema sinuosum; Murchisonia Lloydii und corallii; Maclurea Logani. — Euomphalus sculptus u. rugosus.

§. 313. 507 Coelenterata (von κοῖλος, hohl, und ἔντερον, Eingeweide, alſo darmloſe Thiere),
500 Echinodermen (von ἐχῖνος, Igel, und δέρμα, Haut, alſo Thiere, deren Haut mit Höckern oder Stacheln bedeckt iſt),
154 Anneliden (anulata, geringelt, alſo geringelte Seewürmer),
1611 Trilobiten,
318 Entomoſtraceen (von ἔντομον, Einſchnitt, und ὄστρακον, Schale, alſo Krebſe mit einem Rückenſchild oder einer Muſchelſchale),
441 Polyzoën (von πολύς, viel, und ζῶον, Thier; mooſähnliche Korallenpolypen),
1650 Brachiopoden (von βραχίον, Arm, und πούς, Fuß, alſo Armfüßler),
168 Monomyarier (von μόνος, eins, und μῦς, Muskel, alſo Muſcheln, welche an jeder Muſchelklappe inwendig nur einen Muskeleindruck haben),
541 Dimyarier (Muſcheln mit zwei Muskeleindrücken inwendig an jeder Schale),
358 Heteropoden und Pteropoden,
895 Gaſteropoden,
1454 Cephalopoden,
37 Fiſche.

Es iſt nicht unwahrſcheinlich, daß noch mehr Thierarten exiſtirt haben als die oben genannten Zahlen angeben; ihre Körpermaſſen wurden aber vollſtändig zerſtört, weil ſie nur aus einer ſchleimigen, gallertartigen oder weichen Maſſe beſtanden, welche durch keine oder doch nur durch eine zarte, leicht zertrümmerbare, Schale oder Hülle gegen das Drängen und Stoßen der Meereswogen geſchützt war.

Da ſich während der Entwickelung der ſiluriſchen Ablagerungsmaſſen die Lebensverhältniſſe wiederholt ändern mußten, ſo konnten auch nicht zu allen Zeiten der Silurperiode immer ein und dieſelben Thierarten exiſtiren, mußten die empfindlicheren von ihnen bei jedem Wechſel der ihnen zuſagenden Lebensverhältniſſe entweder ganz zu Grunde gehen oder, wenn ſie weniger empfindlich waren, ihre Körperglieder den veränderten Lebensverhältniſſen gemäß umändern; konnten ſich aber auch nicht alle die oben angegebenen Ordnungen der Thiere mit allen ihren verſchiedenen Arten in einem und demſelben Zeitraume der Silurperiode entwickeln. In der That hat der ſcharfſinnig beobachtende Barrande bei ſeinen vieljährigen und ſorgfältigen Beobachtungen der ſo reichen Silurfauna Böhmens dieſe Annahmen beſtätigt gefunden und dem gemäß die Silurfauna in drei Hauptentwickelungsſtufen gebracht, nemlich in eine primordiale, welche ſich in den unterſten oder älteſten, in eine zweite, welche ſich in den mittleren Etagen, und in eine dritte Fauna, welche ſich in den oberſten oder jüngſten Etagen der Silurformation findet. Außerdem aber hat er auch Arten gefunden, welche zweien dieſer Etagen, ſei es der älteſten und mittleren oder der mittleren und jüngſten Etagen gemeinſchaftlich angehören.

Alles dieſes vorausgeſetzt, laſſen ſich nun die für die Silurformation beſonders charakteriſchen Thierarten in folgende Ueberſicht bringen:

Thieren auftraten, welche in Böhmen und anderen Gebieten erst in der mittleren Etage dieser Formation zum Vorscheine kommen, und andererseits in jedem der einzelnen Silurgebiete wohl ein und dieselben Familien und Geschlechter, aber nicht immer ein und dieselben Arten vorkommen, so daß es in der That unmöglich erscheint, eine genaue, für alle Silurgebiete passende, Uebersicht auch nur der wichtigsten und überall auftretenden Leitfossilien der einzelnen Etagen und Abtheilungen der Siluria aufzustellen. Trotzdem aber lassen sich doch aus der vorstehenden Uebersicht folgende für die Entwickelung des Thierlebens in der Silurzeit allgemein gültige Schlüsse ziehen: §. 313.

1) Die älteste oder unterste Etage des Silur umfaßt den Zeitraum, in welchem die ersten Spuren des Thierlebens erwachten. In den Tiefen des Oceans waren keine Geschöpfe weiter vorhanden, als schleimige, gallertige oder knorpelige Algen; es konnten sich daher in dieser Zeit auch nur Thierarten der niedrigsten Art entwickeln, welche von diesen Algen sich ernähren konnten. Wahrscheinlich waren es Protozoën oder Foraminiferen, welche den Morgen der Thierschöpfung eröffneten. Sie nährten sich von den zarten Fucoiden des Meergrundes, vermehrten sich außerordentlich stark und bildeten nun selbst wieder ein sehr reichliches Nahrungsmagazin für andere Thiere. Von diesen anderen Thieren sind indessen verhältnißmäßig nur geringe Spuren übriggeblieben; vermuthlich hatten sie einen zarten, gallertartigen, quallenähnlichen Körper, welcher sich bei seinem Absterben sehr leicht zu einer kohligen Masse zersetzte. Nur eine Familie dieser Thiere mit schleimigem, eingeweidelosem Körper hat sich in ihren Körperresten aus dieser Primordialschöpfung erhalten; es sind dieses die mit einem stabförmigen, an einer Seite mit zahn- oder fadenförmigen Saugzellen besetzten und bald einer Feile, bald einem Nachtfalterfühler, bald einer einseitig gezähnten Spiralfeder ähnlichem, Körper versehenen, Graptolithen (von γράφω, schreiben, und λίθος, Stein, also Steinschriften), deren Körper vermuthlich eine leder- oder hornartige Schale hatte und darum der Zerstörung widerstehen konnte, obwohl er gegenwärtig sehr gewöhnlich theils in eine kohlige, theils auch in eine schwefelkiesige Masse umgewandelt erscheint (Fig. 174). Nächst diesen, zu Büscheln zusammengewachsenen und mit einem Wurzelfuße versehenen, polypenartigen Thieren haben sich in der ältesten Silurzeit scheinbar vorzüglich noch entwickelt Brachiopoden und zwar aus den Gattungen Obolus, Orthis, Spirigerina, Lingula und Discina, (vergleiche Fig. 144 a u. b) — Muschelthiere, welche im tiefsten Oceane lebten, sich von Protozoën und Polypen nährten und in Folge ihrer An-

Fig. 174. Graptolithen.
a. Graptolithus priodon Bronn.
b. Graptolithus bohemicus Barr.
c. Graptolithus Nilssoni Barr.
d. Graptolithus palmeus Barr.
e. Graptolithus Geinitzianus Barr.
f. Rastrites Linnei Barr.

Ordnungen.	Arten				
	der älteſten Fauna.	der älteſten und mittleren Fauna.	der mittleren Fauna.	der mittleren und jüngſten Fauna.	der jüngſten Fauna.
Heteropoden.	(In Norweg.: Bellerophon bilobatus und acutus).		Bellerophon bilobatus u. acutus.	Bellerophon dilatatus, trilobatus.	
Pteropoden.			Tentaculites anglicus.	Tentaculites ornatus; Conularia; Theca.	Tentaculites tenuis, scalaris u. annulatus.
Cephalopoden.	Phragmoceras sphynx. (In Norweg.: Orthoceras imbricatum, duplex).		Orthoceras vaginatum, duplex. — Lituites cornu arietis.	Orthoceras annulatum.	Orthoceras Ludense, imbricatum, ibex, gregarium, regulare, dimidiatum. — Gomphoceras piriforme; — Cyrtoceras Murchisoni; — Phragmoceras ventricosum; Lituites perfectus, giganteus.
Cruſtaceen (Trilobiten u. Krebſe).	Conocephalites Sulzeri; Ellipsocephalus Hoffii; Olenus spinulosus; Paradoxides bohemicus. (In Norweg.: Illaenus crassicauda; Asaphus expansus).	Agnostus pisiformis.	Dalmanites socialis; Ogygia Buchii; Acidaspis Buchii; Cheirurus claviger; Amphion Fischeri; Illaenus crassicauda; Trinucleus concentricus; Asaphus tyrannus.	Beyrichia tuberculata; — Calymene Blumenbachii; Encrinurus punctatus; Beyrichia Klödeni. — Proctus concinnus.	Leperditia baltica u. marginalis; Phacops downingiae; Sphärexochus mirus; Homalonotus Knightii; Eurypterus remipes.
Anneliden.	Scolecolithus linearis; Trachyderma coriaceum.		Cornulites serpularius; Myrianites; Nereites cambrensis.		Serpulites longissimus.

§. 313. In der vorſtehenden Ueberſicht ſind hauptſächlich diejenigen Organismenreſte angegeben worden, welche für die Silurformation Europas, — und namentlich Böhmens und Deutſchlands, — bezeichnend ſind. Indeſſen ſchon aus dieſer, — nur die wichtigſten Organismen der verſchiedenen Siluretagen angebenden, — Ueberſicht wird man erkennen, daß die Lebensverhältniſſe der Silurzeit nicht überall ein und dieſelben waren, ſondern daß ſie ſich in den einen Gebieten (z. B. in Rußland und Norwegen) ſchon gleich vom Anbeginne an günſtiger für die Entwickelung höherer Thierformen zeigten als in den anderen und dem gemäß einerſeits z. B. in den Silurgebieten Rußlands und Norwegens ſchon in der erſten Schöpfungszeit, alſo in der unterſten Etage der Siluria Geſchlechter und Arten von

Thieren auftraten, welche in Böhmen und anderen Gebieten erst in der mittleren Etage dieser Formation zum Vorscheine kommen, und andererseits in jedem der einzelnen Silurgebiete wohl ein und dieselben Familien und Geschlechter, aber nicht immer ein und dieselben Arten vorkommen, so daß es in der That unmöglich erscheint, eine genaue, für alle Silurgebiete passende, Uebersicht auch nur der wichtigsten und überall auftretenden Leitfossilien der einzelnen Etagen und Abtheilungen der Siluria aufzustellen. Trotzdem aber lassen sich doch aus der vorstehenden Uebersicht folgende für die Entwickelung des Thierlebens in der Silurzeit allgemein gültige Schlüsse ziehen: §. 313.

1) Die älteste oder unterste Etage des Silur umfaßt den Zeitraum, in welchem die ersten Spuren des Thierlebens erwachten. In den Tiefen des Oceans waren keine Geschöpfe weiter vorhanden, als schleimige, gallertige oder knorpelige Algen; es konnten sich daher in dieser Zeit auch nur Thierarten der niedrigsten Art entwickeln, welche von diesen Algen sich ernähren konnten. Wahrscheinlich waren es Protozoën oder Foraminiferen, welche den Morgen der Thierschöpfung eröffneten. Sie nährten sich von den zarten Fucoiden des Meergrundes, vermehrten sich außerordentlich stark und bildeten nun selbst wieder ein sehr reichliches Nahrungsmagazin für andere Thiere. Von diesen anderen Thieren sind indessen verhältnißmäßig nur geringe Spuren übrig geblieben; vermuthlich hatten sie einen zarten, gallertartigen, quallenähnlichen Körper, welcher sich bei seinem Absterben sehr leicht zu einer kohligen Masse zersetzte. Nur eine Familie dieser Thiere mit schleimigem, eingeweideloſem Körper hat sich in ihren Körperresten aus dieser Primordialschöpfung erhalten; es sind dieses die mit einem stabförmigen, an einer Seite mit zahn- oder fadenförmigen Saugzellen besetzten und bald einer Feile, bald einem Nachtfalterfühler, bald einer einseitig gezähnten Spiralfeder ähnlichem, Körper versehenen, Graptolithen (von γράφω, schreiben, und λίθος, Stein, also Steinschriften), deren Körper vermuthlich eine leder- oder hornartige Schale hatte und darum der Zerstörung widerstehen konnte, obwohl er gegenwärtig sehr gewöhnlich theils in eine kohlige, theils auch in eine schwefelkiesige Masse umgewandelt erscheint (Fig. 174). Nächst diesen, zu Büscheln zusammengewachsenen und mit einem Wurzelfuße versehenen, polypenartigen Thieren haben sich in der ältesten Silurzeit scheinbar vorzüglich noch entwickelt Brachiopoden und zwar aus den Gattungen Obolus, Orthis, Spirigerina, Lingula und Discina, (vergleiche Fig. 144 a u. b) — Muschelthiere, welche im tiefsten Oceane lebten, sich von Protozoën und Polypen nährten und in Folge ihrer An-

Fig. 174. Graptolithen.
a. Graptolithus priodon Bronn.
b. Graptolithus bohemicus Barr.
c. Graptolithus Nilssoni Barr.
d. Graptolithus palmeus Barr.
e. Graptolithus Geinitzianus Barr.
f. Rastrites Linnei Barr.

§. 313. (Fig. 176) und den widderhornähnlichen Lituites cornu arietis. Ihre Arten, deren überhaupt 850 in der Silurformation vorkommen, erreichen in der jüngſten und oberſten Etage dieſer Formation ihren Entwickelungsgipfel, um dann bis auf einige wenige Arten in der Devonzeit zu verſchwinden.

Fig. 176. Orthoceras gregarium.

e. Weiter kommen in der zweiten Silurſchöpfungszeit auch wieder neue Geſchlechter der Trilobiten zum Vorſchein, ſo namentlich Asaphus, Acidaspis, Chairurus, Dalmanites, Illaenus, Trinucleus und das Geſchlecht Calymene, welches ſogar ebenſo wie die krebsartige Beyrichia tuberculata in die jüngſte Silurzeit hineinreicht.

3) In der zweiten Hälfte der mittleren Silurſchöpfungszeit hatten ſich die Lebensverhältniſſe allmählich ſo geſtaltet, daß zunächſt zwar viele der bis dahin exiſtirenden Arten und Geſchlechter ausſtarben, aber doch in ihren Familien und Ordnungen fortdauern konnten, ſodann aber auch neue Ordnungen zum Vorſcheine kamen, ſo daß endlich in der jüngſten Schöpfungszeit des Silurs aus allen Ordnungen von den Amorphozoën an bis zu den Cruſtaceen hin eine weit vollſtändigere Reihenfolge von Thierarten zu bemerken war und daß am Schluſſe der Silurzeit ſich ſchon die erſten Wirbelthiere aus der Claſſe der Fiſche entwickeln konnten. Dieſes vorausgeſetzt, iſt nun über die neue Thierſchöpfung Folgendes zu bemerken:

a. Aus der Ordnung der Amorphozoën entwickeln ſich Seeſchwämme (Spongien) theils von kugeliger, am Scheitel vertiefter, Geſtalt (Astylospongia praemorsa), theils von Scheibenform (Astraeospongia meniscus).

b. Die Graptolithen dauern zwar noch in einzelnen, neuen Arten fort, verſchwinden aber dann am Schluſſe der Silurperiode.

c. In ſtarker Entwickelung dagegen zeigen ſich die Zoantharien, indem die, gerade für den oberen Silur ſo recht bezeichnenden Geſchlechter, Calamopora, Coenites, Cyathophyllum, Cyrtiphyllum, Halysites (Fig. 177), Omphyma, Stenopora und Syringopora in zahlreichen Stöcken hervortreten.

a b

Fig. 177. Halysites catenularia L.
a. Anſicht von der Seite; b. Anſicht von oben.

d. Von den Krinoideen aber verschwinden die Cystideen allmählich und machen den Blastoideen und noch mehr den eigentlichen Krinoideen (Crotalocrinus, Haplocrinus (Fig. 178), Ichthyocrinus u. s. w.) Platz, ohne jedoch sich stark zu entwickeln.

e. Dagegen finden sich von den Bryozoën mehrfach Arten des Geschlechtes Fenestella.

f. Reich an neuen Arten zeigen sich die schon in der vorigen Zeit entstandenen Brachiopodengeschlechter, zu denen jetzt noch die Geschlechter Spirifer, Rhynchonella, Chonetes und Atrypa treten.

Fig. 178. Haplocrinus. Schraubenstein.

g. Auch die Bivalven entwickeln sich stärker (Cardiola, Pterinea und Orthoneta) und von den Gasteropoden treten jetzt zum ersten Male mehrere Geschlechter, namentlich Euomphalus, Trochus, Loxonema, Murchisonia und Maclurea, auf.

h. Außerordentlich stark zeigen sich in der gegenwärtigen Schöpfungszeit die Cephalopoden. Die schon vorhandenen Orthoceratiten entwickeln neue Arten; ebenso auch die Gattung Lituites. Zu ihnen gesellen sich jetzt die neuen Geschlechter Cyrtoceras, Gomphoceras, Phragmoceras und Trochoceras; endlich auch das Ammoniten ähnliche Geschlecht Goniatites, welches aber erst im Devonzeitalter seine volle Entwickelung erhält.

i. Sehr reich an neuen Arten und zum Theil auch an neuen Gattungen zeigen sich jetzt noch einmal die Trilobiten, um dann mit dem Beginne der devonischen Zeit allmählich ihrem Untergange entgegen zu gehen. Vorzugsweise nun sind für die jüngste Silurzeit charakteristisch die Gattungen Calymene, Phacops, Bronteus, Homalonotus, Eurypterus, Encrinurus und Staurocephalus. Außer den Trilobiten kommen nun auch noch mächtige Schildkrebse aus den Geschlechtern Eurypterus, Pterygotus und Himantopterus vor.

k. Endlich zeigen sich auch in dem oberen Silur, und zwar an der oberen Grenze dieser Formation, Zähne, Schuppen, Flossenstacheln, Kinnladenreste u. s. w. von Fischen aus den Geschlechtern Onchus und Plectrodus.

Hauptablagerungsgebiete der Silurformation. — Da die Silurformation das Bildungsmaterial für die meisten ihrer Ablagerungsmassen, — so namentlich für die Grauwacke-, Thonschiefer-, Schieferthon-, Conglomerat- und Sandsteingebilde, — aus der Zerstörung der Urschiefer, vor allen des Urthonschiefers, erhalten hat, so muß sie auf den nach ihrer Bildung noch übrig gebliebenen Resten der azoischen Gebirgsglieder lagern und die Urgebirgsinseln ganz oder theilweise umgürten. Dem gemäß zeigen sich also die Ablagerungsmassen der Silurformation theils in dem Raume zwischen zwei oder drei Urgebirgsinseln, — so z. B. in dem Landesgebiete zwischen Erzgebirge, Fichtel- §. 314.

§. 314. gebirge und Thüringer Wald oder in Nordamerika in dem gewaltigen Buſen, welcher ſich zwiſchen der canadiſchen und appalachiſchen Urgebirgszone befindet, — theils umſchließen ſie ſeitlich die gegenwärtig als Gebirgsketten aus ihrer Umwallungsmaſſe hervorragenden Urinſeln, wie man unter anderem am Harze und überhaupt an den meiſten maſſigen Gebirgen bemerken kann, bei denen bekanntlich die Thonſchiefer-Grauwackegebilde einen maſſiven Unterbau bilden, aus deſſen weit ausgedehntem Rückenplateau die Urgebirgsketten wie „aufgeſetzte Gebirge" emporragen. — Wenn man nun aber dem ungeachtet in manchen der eben angedeuteten Ablagerungsgebiete noch keine Silurgebilde beobachtet hat, ſo kann dieſes ſeinen Grund einerſeits in der petrographiſchen Aehnlichkeit der ſiluriſchen Geſteinsmaſſen mit den über ihnen lagernden Devongebilden oder auch dem unter ihnen befindlichen Urthonſchiefer und andererſeits in dem Mangel von Leitfoſſilien haben, indem es Silurgebiete giebt, welche entweder gar keine oder doch nur ſolche Organismenreſte enthalten, welche den Geſchlechtern und Arten nach von denen anderer Silurgebiete mehr oder weniger verſchieden ſind.

Unter den bis jetzt am meiſten und genaueſten unterſuchten Silurgebieten treten nun theils durch die Vollſtändigkeit ihrer Gliederung, theils durch den Reichthum ihrer Organismenreſte namentlich diejenigen hervor, welche auf der beifolgenden: „Vergleichenden Zuſammenſtellung der Silurgebiete in verſchiedenen Landesgebieten" (§. 315) näher angegeben ſind. Unter den auf dieſer Tafel aufgeführten Silurformationen iſt die engliſche vorangeſtellt; ſie iſt unter allen am vollſtändigſten unterſucht und gegliedert und deshalb als Muſterformation oder als Maßſtab benutzt worden, um die Reihenfolge der Glieder in den übrigen Silurgebieten zu beſtimmen, ſo daß die in den Columnen der einzelnen Formationen angegebenen und mit a, b, c, d, e, f bezeichneten Zonen als Aequivalente für die in dem engliſchen Silur mit den gleichen Buchſtaben bezeichneten Etagen oder Zonen gelten. — Um aber die Ablagerungsgebiete dieſer einzelnen Formationenreihen, ſowie überhaupt der bis jetzt bekannter gewordenen Silurgebiete näher kennen zu lernen, machen ſich noch folgende Andeutungen nothwendig.

Ferdinand Römer, der ſcharfſichtige Unterſucher der Silurformation hat (nach ſeiner vortrefflichen Arbeit „Die ſiluriſche Fauna des weſtlichen Teneſſee") gefunden, daß die ſämmtlichen, bis jetzt genauer unterſuchten, Silurgebiete ihrer Fauna nach in zwei große Zonen zerfallen, deren Maſſen ſich in zwei, ihren Lebensverhältniſſen nach verſchiedenen und von einander (— vielleicht durch eine damals den Meeresſpiegel überragende, breite Landeshöhe —) getrennten Meeresräumen gebildet haben müſſen, und von denen

die eine nach ihrer Lage die nordweſtliche Silurzone und nach der Aehnlichkeit oder Gleichheit ihrer Organismen die baltiſch-ſkandinaviſche Fauna;

die andere nach ihrer Lage die ſüdweſtliche Silurzone und nach ihrer Fauna die böhmiſche

genannt wird. Unter dieſe beiden Zonen laſſen ſich nun die bis jetzt näher unterſuchten Silurgebiete in folgender Weiſe vertheilen:

a. In Europa: §. 314

α. Nordwestliche Silurzone mit baltisch-skandinavischer Fauna. Sie umfaßt das Landesgebiet, welches sich vorherrschend an der Nordwestseite einer Längenaxe von der Petschora im nördlichen Rußland bis nach Cornwall erstreckt. Zu dieser Zone gehören folgende Silurgebiete:

1) in Großbritannien und zwar zunächst in England namentlich in Südwales (bei Llandovery), Shropshire (an den Felsenriffen der Stiper-Stones) und Herefordshire, dann in Nordwales, im südlichen Schottland (von St. Abbs-Head bis nach Port-Patrick an der Westküste) und in Irland (südlich von Dublin bis nach Waterford, am Chair of Kildare, in Galway im Connemara-Districte);

2) in Norwegen im Gebiete von Christiania (an der Westseite des Christianiafjordes südlich bis Frederiksvärn und nördlich bis an den südlichen Theil des Mjösensees, dann zu beiden Seiten dieses Sees bis nördlich nach Lillehammer und ostwestlich von Ovensand bis an den Randsfjord;

3) in Schweden, namentlich im südlichen Gebiete, auf Oeland und Gottland, wo der Obersilur fast wagerecht abgelagert erscheint, sowie in West- und Ostgothland, Smäland und Schonen, wo die Glieder des Untersilurs ganz wagerecht auf Gneiß abgelagert sind, wie man namentlich an den terrassenförmig aufsteigenden Kuppen Westgothlands auf der Ostseite des Wener Sees bemerken kann;

4) in Rußland, wo die Silurformation sich von Petersburg aus einerseits nach Westen, längs der Südseite des Finnischen Meerbusens durch ganz Ehst- und Nordlivland bis auf die Inseln Dagöe und Oesel, andererseits nach Osten, an der Süd- und Südostseite des Ladogasees ausdehnt und überall fast vollkommen wagerecht abgelagert erscheint.

β. Südwestliche Silurzone mit der böhmischen Fauna:

5) in Böhmen, wo die Silurformation eine bedeutende, von Südwesten nach Nordosten langgestreckte, elliptische Mulde ausfüllt, welche von Bischofteinitz über Pilsen, Beraun und Prag bis an die Elbe bei Celakowitz etwa 20 Meilen lang ist und in der Gegend von Pilsen eine Breite von 10 Meilen erreicht und die im folgenden, von Barrande entworfenen, Profile dargestellten Ablagerungsverhältnisse zeigt (Fig. 179);

Fig. 179.

§. 314.

6) in Schleſien in der Umgegend von Oels und im Warthaer Uebergangsgebirge;

7) in dem Frankenwalde (z. B. in der Umgebung Saalfelds), im Saalwalde (Fürſtenthum Reuß) und im Voigtlande (namentlich am Rande des Erzgebirges bei Langenſtriegis, Obercainsdorf, Reichenbach und Plauen), wo man überall Graptolithenſchiefer gefunden hat;

8) am Harze, wo Beyrich und Loſſen die Aequivalente der böhmiſchen Siluretagen F, G, H bei Harzgerode, Ilſenburg, Wieda und Zorge aufgefunden und von oben nach unten in die Etagen der Zorger Schiefer, der Hauptkieſelſchiefer, der Wiedaer Schiefer und der Tanner Grauwacke, — welche ſich von Lauterberg über Braunlage, Benneckenſtein, Haſſelfelde, Allerode bis zum Selkethal nördlich von Harzgerode ausdehnt und zu beiden Seiten von den jüngeren Schichten in der Geſtalt von drei Mulden eingefaßt wird, — eingetheilt haben;

9) in den nördlichen Kalkalpen (Salzburger Alpen, bei Dienten unweit Werfen, wo ſich graphitreiche Thonſchiefer mit Orthocerasarten befinden);

10) in Frankreich, wo in der Bretagne Sandſtein mit unterſiluriſchen Trilobiten und Thonſchiefer vorkommt, endlich auch in Spanien und Portugal.

b. **In Nordamerika die nordweſtliche Silurzone.** Sie lagert in dem Winkel zwiſchen der appalachiſchen Gebirgskette, von Alabama bis nach Unter-Canada, und der laurentiſchen Gebirgskette, von Unter-Canada über den Superior- und Winnipegſee bis nach Arkanſas hin, tritt aber hauptſächlich an den Rändern dieſes Gebietes in der Umgebung der beiden ſie umſchließenden Gebirgsketten auf Gneiß lagernd hervor, während ſie im Innern ihres Gebietes auf große Strecken hin von der Devon- und Steinkohlenformation bedeckt erſcheint. Ihr am meiſten unterſuchtes und vollſtändigſt gegliedertes Gebiet aber iſt im Staate New-York zu ſuchen.

§. 315.

Vergleichende Zuſammenſtellung der Silurglieder in verſchiedenen Landesgebieten.

§. 315. # Vergleichende Zuſammenſtellung der

Nordweſtliche Silurzone

	In **England** (nach Murchiſon). [Südwales, Shropſhire, Herefordſhire].	In **Norwegen** (n. Kjerulf).	In **Rußlan** (nach Schmi [In Ehſtland u. Li
III. Obere Silurformation.	**f. Ludlow-Gruppe.** 4) Tileſtone: Harte, glimmerige und quarzige, grünliche und rothe, Sandſteine im Wechſel mit rothem Schieferletten. 3) Oberer Ludlowſchiefer: Zuoberſt: Hellfarbige, thonige und kalkige, dünnſchichtige Sandſteine; darunter: dünnſchichtige, kalkig-thonige Sandſteine u. ſandige Schiefer; zuunterſt: dunkelbläulicher, thoniger Schiefer mit Rhynchonella navicula. 2) Aymeſtrykalkſtein: Dunkelbläulich, thonig. 1) Unter-Ludlowſchiefer: In den oberen Lagen kalkig und plattenförmig, hell- bis ſchwarzgrau; in den unteren ſehr thonig mit Nieren von ſchwarzem, thonigen Kalk; zuunterſt: fette Thonlage.	**f. Obere Malmö-Gruppe** (180′ mächtig). 2) Oberer Malmökalkſtein, grau, mit untergeordneten, thonigen Schiefern. Reich an Korallen des Wenlockkalkſteins. 1) Jüngſte Graptolithenſchiefer	**f. Aequivalent l low-Gruppe.** 2) Sandiger, mil wechſelnder, Kalkſt kalkiger Sandſt Tentaculiten, Beyri zahlreichen Fiſchreſte 1) Gelbliche, theil gelige, theils t tiſche Geſteine gonella Wilsoni, ditis baltica, Tro celtes, Eurypteras und Fiſchreſten.
	e. Wenlock-Gruppe. 2) Wenlockkalkſtein: Zuoberſt: Schiefer mit Kalkſteinnieren; darunter: hellgrauer, dichter bis kryſtalliniſcher Kalkſtein mit ſchiefrigen Zwiſchenſchichten und mächtigen, kryſtalliniſchen Kalkconcretionen; zuunterſt: wieder Schiefer mit Kalkſteinnieren. 1) Wenlockſchiefer: Mächtiger, grauer bis ſchwarzer Schiefer, vorherrſchend mit kleinen Brachiopoden.	**e. Untere Malmögruppe.** 2) Grünlicher, grauer od. rother Krinoidenmergel mit Encrinites malmöensis u. bläulichgrauer Orthoceras-Kalkſtein. 1) Verſchieden gefärbter Kalkſtein mit ſehr zahlreichen Krinoidengliedern u. Korallenreſten.	**e. Aequivalent d lock-Gruppe.** 2) Dolomite u. d 1) Kalkſteine und gel mit Halysites Spiringina reticu crispus, Rhyngon taena, Orthis, Euo Orthoceras, Beyri crinurus, Calymen tus ꝛc.
II. Mittlerer Silur.	**d. Llandovery-Gruppe:** Zuunterſt: Conglomerate; darüber: Sandſteine und rothe oder grüne Schiefer. — Graptolithen und Trilobiten faſt ganz verſchwunden; Pentamerus-Arten herrſchen.	**d. Unterer Malmöſchiefer.** 2) Mit Pentamerus oblongus und laevis Kalkſtein. 1) Grünlicher Thonſchiefer (370′ mächtig).	**d. Gruppe der Pentameren.** 3) Kalkſtein mit Pen rus obstonus. 2) Kalkſtein oder Dol Pent. linguife 1) Kalkſtein oder Dol Pent. boreali
I. Unterer Silur.	**c. Caradoc-Gruppe** (2500′ mächtig); dem Rothliegenden ähnlich und vorherrſchend von oben nach unten aus ſandigem Schiefer; feinkörnigem, gelbem Sandſtein; weichem Schiefer; rothem u. grüngeſtreiftem Sandſtein, welcher ſehr reich an Foſſilien (Muſchelſandſtein) iſt; rothbraunem, nach unten kalkigem und in Conglomerat übergehendem, Sandſtein; dunkelrother, gelbgeſtreifter, thonigem Sandſtein mit Orthis vespertilio und anderen Conchylien beſtehend; zuunterſt: Schiefer mit Trinucleus concentricus. **b. Llandeilo-Gruppe** (an 4000′ m.): Zuoberſt: dunkelfarbige, plattenförmige, oft von Kalk durchzogene Sandſteine mit Asaphus Heros u. Ogygia Buchii; zuunterſt: ſchwarze Schiefer. **a. Primordial-Gruppe:** Stiper-Stones, aus Kieſelſandſtein und Quarzit mit Zwiſchenlagen von Sandſchiefer und grauen bis ſchwarzen Schiefern beſtehend. (Vielleicht zum Cambriſchen Syſtem gehörig.)	**c. Oscarshal-Gruppe.** 2) Kalkiger u. quarziger Sandſtein mit Calamopora, Stenopora, Halysites, Omphyma u. ſ. w. 1) Graue kalkige Thonſchiefer od. Mergel (bis 700′ mächtig). **b. Obere Oslo-Gruppe:** Bläulichgrauer Kalkſtein mit Orthoceras u. Asaphus im Wechſel mit Graptolithenſchiefer, welcher nach oben ſelbſtſtändig auftritt; 200′ m. **a. Untere Oslo-Gruppe:** Schwarzer Thon- u. Alaunſchiefer mit Lagen von ſchwarzem Stinkkalk.	**c. Aequivalent d radoc-Gruppe.** 3) Borkholm-S Oben: weißer, d trefactenreicher darunter: körn ſtein u. braune Me unterſt: mehre mächtiges Krinoid 2) Lyckholm-S Grauer Kalkſtein o 1) Weſenberg-S Gelber, grauer bis Kalkſtein u. Merge **b. Aequivalent d deilo-Gruppe.** 3) Grauer Kalkſtein nen, bituminöſen (Brandmergel) ceptaculites Eich 2) Dunkelgrauer u. ei ger Baginatenk 1) Glaukonitiſche **a. Primordialgrup** oberſt: thoniger Gla ſand; darunter: A ſer; darunter: Ung ſandſt.; zuunterſt: Thon mit Sandſchic

ieder in verschiedenen Landesgebieten. §. 315.

altischer Fauna.	Südwestliche Silurzone mit böhmischer Fauna.	
In **Nordamerika.** [Im Staate New-York n. Bigsby].	In **Böhmen** (n. Barrande).	Im **südöstlichen Thüringer Wald** [n. Richter].
e. u. f. Aequivalent der Ludlow- und Wenlock-Gruppe. 3) Schoharie-Gruppe: Zuoberst: dichter Pentamerus-Kalkstein; darunter: Thon und thoniger Kalkstein mit Capulus; darunter: dickschichtiger Pentamerus-Kalkstein; zuunterst: dünnschicht. Tentaculiten-Kalkstein. 2) Onondaga-Gruppe: Blaugrüner und rother Kalkstein, Schieferthon, Mergel, Gyps und Salzquellen. 1) Niagara-Gr.: Dunkele Schiefer, Schieferthone und Kalksteine mit Homalonotus, Spirifer, Leptaena und vielen Korallen und Krinoideen.	**H.** Weicher, grauer oder unreingelber, auch schwarzer Schiefer, abwechselnd mit Quarziten. Sehr arm an Thierresten (nur 3 Trilobiten-, 2 Orthoceras-, 1 Lituites-, 1 Goniatites-, 1 Leptaena- und 1 Terebratula-Arten). **G.** Dichte, meist graue, Kalksteinknollen durch Thon verbunden, mit Zwischenlagen von Thonschiefer. Ziemlich arm an Fauna (40 Trilobiten-, 4 Orthoceras-Arten), auch nicht viel Brachiopoden. **F.** Hellgefärbter, nicht stinkender, oft kieseliger, Kalkstein. Reicher in der Fauna als G (74 Trilobiten-, 10 bis 15 Orthoceras-Arten; aber 107 Arten Brachiopoden, also höchste Entwickelung derselben). **E.** Dunkelgefärbter, stinkender Kalkstein, darunter: Graptolithenschiefer und Grünsteine. Sehr reich in der Fauna (76 Trilobiten-, 120 Orthoceras-, 140 Cirtoceras-, 40 Gomphoceras-, 20 Phragmoceras-, 60 Brachiopoden-, 25—30 Korallen-Arten). Höchste Entwickelung der Cephalopoden.	Schwarzblaue od. grüngraue Tentaculitenschiefer und Nereïtenschichten mit Chondrites, Palaeophycus, Leptaena, Orthis, Strophomena, Rhynchonella, Spirifer, Beyrichia, Phacops, Harpes, Nereïtes, Tentaculites u. s. w. 5) Graptolithenschiefer. 4) Kalkstein (Ockerkalk) mit Cardiola interrupta, Orthoceras, Nautilus, Spirifer. 3) Kiesel- und Alaunschiefer. Darunter: dickblättrige, grobe, fast sandige, glimmerreiche, gelbgraue oder grünlichgraue Schiefer mit Markasit- und Quarzitknollen, mit einzelner Beyrichia excavata. (Vielleicht gehört dieser Schiefer schon zum unteren Silur).
d. 10) **Clinton-Gruppe:** Kalke mit Pentamerus oblongus, Schieferthone, Eisenrogensteine. 9) Medina-Sandstein: roth und bunt. 8) Oneida-Conglomerate und Sandsteine.		
c. Aequivalent der Caradocgruppe. 7) Hudsonriver-Gruppe: Dunkle Schiefer, Kalksteine und Sandsteine. Salzquellen. — 500—900′ mächtig. 6) Utica-Schiefer: Blau, grün, schwärzlich; Graptolithen. **b. Aequiv. der Llandeilogruppe.** 5) Trenton-Kalkstein: Oben hellgrau und dickschichtig, unten dunkel u. dünnschichtig. — 260 Arten von Petrefacten, darunter 72 Brachiopoden, 44 Cephalopoden und 25 Trilobiten. — 200—300′ mächtig. 4) Vogelaugen-Kalkst. m. Fucoiden. 3) Blackriver-Kalkstein: Grau mit Krinoideen, Korallen, Isotelus, Illaenus, Orthis ꝛc. **a. Aequiv. der Primordialgruppe.** 2) Kalkiger Sandstein mit Gasteropoden, Orthoceras laqueatum. — 250—300′ mächtig. 1) Potsdam-Sandstein, quarzig, mit Lingula prima und antiqua. — 200—400′ mächtig.	**D′.** Thonschiefer und Grauwackeschiefer, wenigstens 1000 Meter mächtig; kein Kalkstein. (60 Trilobiten-Arten, namentlich Asaphus, Ogygia, Illaenus; — Orthoceras sehr wenig; Cystideen sehr zahlreich). **D.** Conglomerate, Sandsteine u. Quarzite mit Schieferzwischenlagen; mit Resten aus der mittleren Fauna. **C.** Grünliche, glimmerhaltige Thonschiefer, 3—400 Meter mächtig. Mit Trilobiten (Paradoxites bohemicus, Ellipsocephalus Hoffii, Conocephalites Sulzeri); Cystideen (Lichenoides priscus). **B.** Thonschiefer, welche mit Grauwacke und Conglomeraten wechseln (vielleicht cambrisches System). **A.** Krystallinische Thonschiefer.	Zuoberst: Weißer u. braunrother Quarzit; — darunter schieferblauer od. schwarzblauer, matter Schiefer; darunter Quarzit und Quarzconglomerat; — zuunterst Griffelschiefer mit Lagern von oolithischem Rotheisenerz und einzelnem Asaphus marginatus.

2. Die devonische Formation.

(Devon- oder jüngere Grauwackeformation).

§. 316. **Ablagerungsgebiet, Mächtigkeit und Bildungsmassen derselben im Allgemeinen.** — Bei vollständiger Entwickelung der Grauwackeformationen lagert über der Silur- und unter der Steinkohlenformation eine 3000 bis 4000 Meter mächtige Reihe von Ablagerungen, welche ihrem petrographischen Charakter nach den silurischen Ablagerungsmassen gewöhnlich sehr nahe steht, aber in Schottland, Südwales und den angrenzenden östlichen Landschaften in ihren Gesteinsbildungen sich dem Rothliegenden nähert, vorherrschend aus braunrothen Sandsteinen und Quarzconglomeraten besteht und deshalb früher die Formation des alten rothen Sandsteines (old red sandstone) genannt wurde. Diese über dem Silur lagernde Reihe von Grauwacke-Thonschiefer- oder von rothen Sandstein-Gebilden wurde im Jahre 1839 von Murchison nach ihrem Hauptablagerungsgebiete in England — in der Grafschaft Devonshire — die devonische Formation genannt. Weitere Untersuchungen lehrten nun, daß diese obere, jüngere oder devonische Grauwackeformation nicht bloß in England, sondern auch in den meisten anderen silurischen Landesgebieten, ja auch in solchen Territorien, wo man bis jetzt noch nicht die silurische Formation aufgefunden hat, wie z. B. in Rheinpreußen, Westphalen und Nassau, vorhanden ist und trotz ihrer Mächtigkeit übersehen oder nicht richtig erkannt wurde, weil sie da, wo die Leitfossilien in ihren oder auch in den silurischen Ablagerungen fehlten, ihrem petrographischen Charakter nach leicht mit der unter ihr lagernden Siluria verwechselt werden konnte.

Die devonische Formation nemlich besteht, — wenn man von dem alten rothen Sandsteine absieht, — im Allgemeinen aus denselben Ablagerungsmassen wie die silurische Formation, da sie ebenso, wie diese letztere, aus Grauwacke, Grauwackeschiefer, Thonschiefer, Sandstein, Schieferthon, Diabasgesteinen, namentlich Diabastuff, Kalkstein und Dolomit zusammengesetzt erscheint. Dieser Zusammensetzung gemäß steht sie also der Siluria sehr nahe; trotzdem aber zeigt sie theils in der petrographischen Beschaffenheit, theils in der mehr oder minder mächtigen Entwickelung von einzelnen der eben genannten Bildungsmassen manche Eigenthümlichkeiten, durch welche sich dieselben von den ihnen ähnlichen Silurgebilden unterscheiden, wie das Folgende lehren wird.

§. 317. **Nähere Betrachtung der devonischen Bestandesmassen.** — Die devonische Formation erhielt das Bildungsmaterial zur Entwickelung ihrer Ablagerungen einerseits aus der Zerstörung, theils der vorhandenen Silurmassen und deren Organismenreste, theils der aus dem Meeresspiegel hervorragenden Urschiefer und Urgneißinseln, andererseits aber auch aus den, während des devonischen Zeitalters ausgeworfenen, Vulcanenmassen. Hiernach muß also die Devonformation aus folgenden Gesteinsmassen bestehen:

a. aus Gesteinsmassen, welche aus dem, nach der Entwickelung der Silurglieder noch übrigen, Bildungsschlamme entstanden sind. Diese

sind den Silurmassen sehr ähnlich und unterscheiden sich von ihnen §. 317.
nur durch einen geringeren Gehalt von Kieselsäure und in Folge davon durch geringere Härte. Zu ihnen gehören die eigentliche Grauwacke und die vollkommen und ebenschieferigen, mit transversaler Schieferung versehenen, Thon- oder Dachschiefer;

b. aus Gesteinsmassen, welche aus der Zertrümmerung, Schlämmung und theilweisen Zersetzung der silurischen Grauwacken- und Thonschieferbildungen entstanden sind. Diese sehen den Silurmassen wohl äußerlich oft noch sehr ähnlich, sind aber ihrem Bestande nach klastischer, d. h. ihre Hauptmasse erscheint nicht mehr oder nur wenig kieselsäurehaltig, ist dagegen mehr oder weniger von Thon und Eisenoxyd durchdrungen, so daß sie einem halb zersetzten Thonschieferschlamme gleicht und in Folge davon mürber, erdiger und mehr rothbräunlichgrau gefärbt erscheint. Dabei ist sie gewöhnlich mit feinem Sande untermengt, so daß die aus ihr bestehenden Schiefer nicht mehr so ebenflächig und glatt sind und oft auch keine vollkommene Schieferung mehr zeigen. Außerdem aber ist ihre Masse nicht selten auch von fein zertheiltem Kalke so durchzogen, daß sie mit Säuren aufbraust; ja bisweilen ist dieselbe so reich an Kalk, daß derselbe lagenweise die Gesteinsmasse durchzieht, wie dieses unter anderem bei dem Kalkthonschiefer der Fall ist. Von solcher, mehr klastischer Beschaffenheit sind die meisten devonischen Grauwacke- und Thonschiefergesteine;

c. aus Gesteinsmassen, welche aus der Zertrümmerung, Schlämmung, Zersetzung und theilweisen Lösung theils der silurischen Kalksteine und Diabase, theils der silurischen und auch älteren devonischen Organismen entstanden sind. Zu ihnen gehören die, vorzüglich aus den kalkigen Körpertheilen von Krinoideen, Korallen, Muscheln, Schnecken und Cephalopoden entstandenen, Kalkstein-Ablagerungen.

1) Was diese Gebilde des kohlensauren Kalkes betrifft, so sind dieselben in der That bezeichnend für die devonische Formation, indem sie in ihr (— namentlich in ihrer oberen Abtheilung —) nicht nur in weit größerer Mächtigkeit und Ausdehnung als in der Silurformation, sondern auch in den verschiedenartigsten Ablagerungsformen auftreten. — Wie oben schon bemerkt, so zeigt sich der kohlensaure Kalk zunächst der Masse anderer Gesteine, so namentlich der Thonschiefer innig beigemengt; ferner bildet er zwischen den einzelnen Thonschieferlagen dünne zusammenhängende Lagen, so daß ein, aus abwechselnden Kalk- und Schieferlagen bestehendes, Schiefergestein, der sogenannte Kalkthonschiefer, entsteht, aus welchem dann weiter bei starker Zunahme des Kalkes und immer weiterem Zurücktreten der eigentlichen Schiefermasse zuletzt ein von welligen oder flaserigen Schieferlamellen durchzogener Kalkstein wird. In dem hierdurch entstehenden Schieferkalksteine bildet der Kalkstein 1 Zoll bis 2 Fuß große, abgeplattet nieren-, linsen-

§. 317. oder cylinderförmige, Knollen, welche ringsum von der wellig gebogenen Thonſchiefermaſſe ſo umſchloſſen werden, daß das ganze Geſtein im Querbruche ein gneiß- oder auch wohl mandelſteinähnliches Anſehen erhält. Dabei erſcheinen dieſe Kalknieren lagenweiſe und ſtets parallel mit der Schieferung in der Thonſchiefermaſſe vertheilt. In manchen Gebieten (— z. B. in Weſtphalen —) iſt dieſer Schieferkalkſtein ein ſehr bezeichnendes Glied der oberen Devonformation und unter dem Namen „Kramenzelſtein," d. i. Ameiſenſtein, (weil ſich in den, durch Auslöſung oder Ausfallen der Kalknieren entſtehenden, Geſteinslöchern ſehr gern die Ameiſen oder Kramenzel anſiedeln), namentlich in dem rheiniſchen Devongebiete allgemein bekannt. Endlich aber tritt auch der Kalkſtein hauptſächlich in der mittleren und oberen Etage der devoniſchen Formationen in mächtigen Stöcken und weit ausgedehnten Zonen, Mulden und Decken auf, welche oft prall anſteigende, wild zerklüftete, grotteske, von gewaltigen Höhlen durchzogene, Felsriffe bilden, z. B. am Harz in der Umgebung von Grund an dem Hübichenſtein, Iberg und von Rübeland (mit der Biels- und Baumannshöhle) und in Weſtphalen, wo ſich ein höhlenreicher Kalkſteinzug über 12 Meilen weit von Düſſeldorf über Elberfeld, Iſerlohn bis nach Allendorf erſtreckt und namentlich in der Umgebung des Lennethales die an prächtigen Stalaktiten reiche Dechenhöhle und viele knochenreiche Höhlen umſchließt. Die in dieſen Ablagerungen auftretenden Kalkſteinmaſſen ſind in der Regel undeutlich kryſtalliniſch bis dicht, feſt, bläulichgrau, hellgrau oder auch durch beigemiſchtes Eiſenoxyd ockergelb bis braunroth, nicht ſelten auch ſchön rothbraun gefleckt und geadert (marmorirt); oft auch durch beigemengtes Bitumen dunkelrauchgrau und dann beim Reiben ſtinkend. Ihrem Beſtande nach erſcheinen ſie als innige Gemenge von erdigem Kalkſchlamme entweder mit Kalkſpathkryſtällchen oder mit kalkſpäthigen Krinoïdeenſcheibchen oder mit Eiſenſpathrhomboëderchen und Eiſenoxydtheilen oder mit mehr oder weniger Thon und dann mergelig, wie denn überhaupt graue und grünliche Mergel häufig in dünnen Zwiſchenlagen mit dem Kalkſteine wechſellagern.

2) Mit den Kalkſteinen und Mergel zugleich und gewöhnlich die oberen Ablagerungen bildend tritt in vielen devoniniſchen Gebieten, z. B. in der Eifel, im Lahnthal bei Wetzlar und Gießen, in Naſſau bei Diez, Oranienſtein u. ſ. w., ein deutlich kryſtalliniſcher, graulicher, gelblicher oder röthlicher Dolomit auf; ja bei Kleinlinden unweit

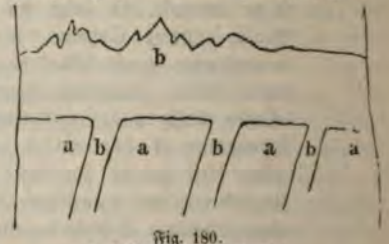


Fig. 180.
a. Kalkſtein; b. Dolomit.
Klipſtein nach Karſten's und v. Dechen's Archiv Bd. 17, 1843, S. 275.

Gießen breitet sich dieser letztere nicht nur deckenförmig über den Kalkstein aus, sondern füllt auch zwei Gangspalten in der Weise aus, daß es aussieht, als wäre der Dolomit von unten nach oben durch den Kalkstein durchgedrungen (Fig. 180); § 317.

d. aus Gesteinsmassen, welche theils aus den Zertrümmerungs- und Schlämmungsproducten von Diabasen, theils aus der Mischung von diesen diabasitischen Schuttmassen mit Kalk und Thon entstanden sind. Zu ihnen gehören einerseits manche der Grünsteinschiefer und Diabastuffe und andererseits die Schalsteine (vgl. §. 216), vorherrschend schiefrige Gemenge von Diabastuff-, Thon- und Kalkschlamm, welche namentlich in dem Devongebiete Nassaus stark entwickelt auftreten, gewöhnlich der Grauwacke aufgelagert sind, meist von Rotheisenerzlagern begleitet werden und in nahen Beziehungen zu den sie umgebenden Kalkstein- und Dolomitablagerungen stehen, indem sie wahrscheinlich ebenso wie diese letzteren ihr Hauptbildungsmaterial aus der Zersetzung von Diabasgesteinen erhalten haben;

e. aus eigentlichen Conglomeraten und Sandsteinen, welche ihr Bildungsmaterial hauptsächlich durch zertrümmerte und geschlämmte Schuttmassen der Urschiefer und des Gneißes erhielten, und unter denen der oben schon erwähnte alte rothe Sandstein als Hauptbildungsmittel der schottischen und südwalesschen Devonformation eine besondere Erwähnung verdient. Dieser, dem Rothliegenden oft sehr ähnliche, Sandstein hat ein braunrothes, bisweilen aber auch grünlichgraues, Thonbindemittel, ist in seinen unteren Lagen feinkörnig, wird aber in seinen oberen Schichten nach und nach so grobkörnig, daß er zuletzt in ein wahres Quarzconglomerat übergeht, und wechsellagert mit rothen und grüngrauen Schieferletten;

f. aus Gesteinsmassen, welche aus der Metamorphosirung von Grauwacke- und Thonschiefern oder auch der Diabasaphanite theils unter der Einwirkung von vulcanischen Schmelzen (namentlich von Graniten und Diabasen), theils durch die Mischungen und chemischen Verbindungen von kieselsauren Alkalien und alkalischen Erden, welche durch vulcanische (— vorzüglich granitische —) Dämpfe und wässerige Lösungen in die zwar erstarrte, aber noch weiche und durchdringbare Masse der eben genannten Gesteine gepreßt wurden, theils auch durch Auslaugung von Bestandtheilen entstanden sind. Zu diesen metamorphischen Gesteinen gehören namentlich:

1) der Hornfels, welcher da entstanden ist, wo Diabas- oder Granit-Eruptionen Grauwacke und Thonschiefer zu einer Zeit durchdrangen, wo diese Gesteine eine noch weiche durchdringbare Masse besaßen, so namentlich am Harz in der Umgebung des Brockens und am Rehberger Graben bei Andreasberg;

2) aller Gneiß, welcher zwischen oder über den Thonschiefern nicht nur der Devon-, sondern auch der Silurformation in theils con-, theils discordanten Lagerungen mit den ihn unterlagernden Devongesteinen auftritt. Die interessanteste dieser Gneißablagerungen, welche zugleich zahlreiche Uebergänge in Glimmer- und

§. 317. Hornblendeſchiefer wahrnehmen läßt und Serpentin- Eklogitſtöcke umſchließt, iſt die von Münchberg in Oberfranken;

3) Glimmerſchiefer, welcher gewöhnlich zugleich mit Gneiß auftritt und auch zahlreiche Uebergänge ſowohl in ihn, wie in Chlorit-, Hornblende- und Sericitſchiefer zeigt. Er umgiebt meiſt die Granitſtöcke der Devonformation in einer mehr oder minder breiten Zonenablagerung und zeigt ſich im Grauwackegebiete ſowohl des Taunus wie auch des nordweſtlichen Erzgebirges, in welchem er z. B. bei Schönau unweit Zwickau bis zum Lohthale hin in discordanter Auflagerung Kuppen auf dem Grauwackegebirge bildet;

4) grüner Schiefer, welcher ein treuer Begleiter der dichten Diabaſe iſt (— z. B. in Weſtphalen, Naſſau und am Harz —), fein zertheilten Glimmer, Chlorit, Epidot, Eiſenrahm, Quarz, körnigen Kalk und triklinen Feldſpath enthält und wohl eben ſo, wie die ihn oft begleitenden Rotheiſenerze, ein Zerſetzungs- oder Umwandlungsproduct des Diabaſes iſt. Sehr ſchön zeigt ſich der grüne Schiefer entwickelt am Harz am großen Ronneberg bei Rodishayn und am Erbskopfe bei Stolberg;

5) Sericit- und Chiaſtolithſchiefer, von denen der erſtere namentlich in der devoniſchen Formation des Taunus, der letztere aber im Thonſchiefergebiete des Harzes (bei Braunrode) wie des bayeriſchen Voigtlandes (bei Gefrees) u. ſ. w. auftritt.

Außer den eben genannten metamorphoſirten Thonſchiefern gehören auch noch hierher die Porphyroide des Harzes, die Fleck-, Knoten- und Garbenſchiefer, ſowie der Cornubianit Sachſens. Später ſoll da noch mehr über die metamorphoſiſchen Gebilde mitgetheilt werden, wo von dem Einfluſſe der Diabas-Eruptionen die Rede iſt (§. 321).

Zwiſchen den Hauptablagerungsmaſſen der devoniſchen Formation hat man nun hie und da auch kleine Flötze und Neſter von Anthracit und Steinkohle, ſowie namentlich in dem oberſten Devon des nördlichen Pennſylvaniens gewaltige Anſammlungen von Petroleum und Erdpech gefunden.

Endlich iſt auch die Devonformation reich an Erzlagerſtätten verſchiedener Art.

Außer beträchtlichen Lagern von dichtem oder oolithiſchem, oft kalkigem, Rotheiſenerz und körnigem Magneteiſenerz finden ſich in der Devonformation bedeutende Ablagerungen von Schwefelerzen verſchiedener Art, ſo von Eiſen- und Kupferkies, von antimon-, wismut-, arſen- und ſilberhaltigem Bleiglanz, von Zinkblende und Galmei. In dieſer Weiſe iſt namentlich das Grauwackeſchiefergebiet des Harzes ſehr reich an Kupferkies- und Bleiglanz-Lagerſtöcken, vor allen der Rammelsberg bei Goslar, welcher einen 600 Meter langen und bis 60 Meter mächtigen, aus einem

festen Gemenge von Eisenkies, Kupferkies, Bleiglanz und Zinkblende bestehenden, Erzstock enthält. Aber nicht minder reich ist das devonische Kalkgebirge Rheinlands und Westphalens, welches zahlreiche Nester von Bleiglanz, Galmei und hie und da auch von Zinnober umschließt.

Von ganz besonderem Interesse sind die mächtigen Lager von Braun- und Rotheisenerz, welche fast überall da vorkommen, wo Diabasporphyre, Diabasmandelsteine (Blattersteine) oder Schalsteine an Kalksteine oder Thonschiefer grenzen und wahrscheinlich ebenso wie die sie begleitenden Schal- und Kalksteine Zersetzungsproducte von Diabasgesteinen sind. Sie zeigen sich, wie eben angedeutet, vorzüglich im Verbande mit Schal- und Kalksteinen, ja in die letzteren gehen sie vielfach über, so daß zuletzt ein wahrer Kalkeisenstein entsteht, welcher ebenso wie der Eisenstein selbst nicht selten die Petrefacte des Stringocephalenkalkes in dem mittleren Devon (— z. B. Phacops latifrons, Goniatites evexus, cancellatus und retrorsus, Cardiola retrostriata, Stringocephalus Burtini, Rhynchonella cuboides, Uncites gryphus u. a.) enthält, welcher ganz so wie der reine Kalkstein Petrefacte führt. Gewöhnlich sind die Eisenerzlager durch Lettenbestege sowohl vom Kalkstein wie vom Schalstein und Diabasporphyr getrennt; nicht selten aber zeigen sie sich auch so innig mit den sie umgebenden Gesteinsmassen verwachsen, daß kaum eine Scheidung zwischen ihnen und ihrer Umgebung zu finden ist. Die wichtigsten dieser Eisenerzlagerstätten befinden sich am Harze bei Hüttenrode, Rübeland, Elbingerode; in Westphalen zwischen Brilon und Giershagen, wo sie sich nach v. Dechen 3 Meilen weit verfolgen lassen und im Ruhrthale bei Wiemeringshausen; in Nassau, wo nach Sandberger Rotheisenerzlager bei Dillenburg, Weilburg und Aumenau auftreten.

Schließlich ist hier noch zu erwähnen, daß in Nassau bei Dillenburg auch Phosphoritlager im Gebiete des Schalsteins auftreten.

Ablagerungsweisen und Lagerungsverhältnisse der devonischen Formation. — Im Allgemeinen zeigt die devonische Formation ganz dieselben Ablagerungsverhältnisse wie die Silurformation. Wie diese bildet sie in denjenigen Landesgebieten, in denen sie nicht durch vulcanische Erschütterungen und Eruptionsmassen heimgesucht wurde, wie dieses z. B. in Rußland und in dem Mississippigebiet Nordamerikas der Fall ist, ausgedehnte Plateaus mit horizontal abgelagerten Schichtmassen, während sie in anderen Gebieten, z. B. am Harz, in der Eifel und überhaupt im Rheingebiete, wo alte und junge Vulcanenmassen sie vielfach durchbrochen haben und Erdbeben sie häufig erschütterten, mannichfach zerknickte und wellenförmig auf- und absteigende Schichtmassen zeigt, wie z. B. die aus Baur's Abhandlung (in der Zeitschr. der deutschen geolog. Gesellschaft I. S. 469 u. f.) entlehnten Profile (Fig. 181 und Fig. 182) zeigen werden. Aus diesen beiden Profilen ersieht man zugleich, daß der Kalk- §. 318.

stein vorherrschend die Becken und Mulden in den oberen Etagen der Devonformation ausfüllt.

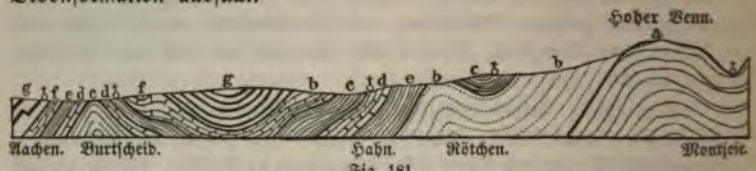


Fig. 181.

Profil von Aachen bis zum hohen Venn (nach Baur).

Fig. 182.

Profil der Eifel (nach Baur).

a: Aelteste Thonschiefer. — b: Grauwacke. — c: obere Grauwacke und rothe Schiefer. — d: Eifeler Kalkstein. — e: oberste devonische und tiefste carbonische Schichten. — f: Kohlenkalkstein. — g: Kohlenführende Etage der Steinkohlenformation. — m: bunter Sandstein.

Sieht man von der, aus den Gliedern des Old red sandstone zusammengesetzten, Devonformation von Schottland und Südwales ab, so besteht diese Formation, namentlich in Deutschland, in ihrer unteren Etage, — ähnlich der Silurformation, — vorherrschend aus Grauwacke, Grauwackeschiefer, Thonschiefer und Sandstein, in ihrer oberen Etage aber vorzüglich aus Kalksteinen, Mergel und Dolomit, wozu nun häufig auch noch Schalstein und Zwischenschichten von Schieferthon, seltner von eigentlichem Thonschiefer und wahrer Grauwacke kommen. In manchen Gebieten zeigt sich dann als Decke der oberen Etage theils eine Art alten rothen Sandsteines, theils durch kohlige Beimengungen dunkelgefärbter Kalk- und Sandstein mit bituminösem Schieferthon, welcher häufig Pflanzenreste enthält, wie sie eigentlich nur in der überliegenden Steinkohlenformation vorkommen, weshalb man auch diese Deckengesteine als Uebergangsglieder zu der letztgenannten Formation betrachtet.

Den Gesteinen nach unterscheidet sich demnach die Devonformation von der Silurformation einerseits durch den mehr klastischen Habitus ihrer Grauwacke- und Schiefergebilde und andererseits durch das Vorherrschen der Kalksteinmassen in ihren oberen Etagen.

§. 319. **Organismenreste in der Devonformation.** — Wie die Devonformation ihren Bildungsmassen nach als eine Fortsetzung der Silurformation zu betrachten ist, so ist dieses auch in vieler Beziehung der Fall mit der sich während der Devonzeit entwickelnden Pflanzen- und Thierwelt; denn sieht man von den — scheinbar nur in der Silurzeit vorkommenden — Graptolithen ab, so bemerkt man in der Devonformation noch dieselben Classen, Ordnungen und Familien und zum Theil auch Geschlechter, namentlich von Thieren, welche schon in der Silurzeit ins Dasein getreten sind. Da sich aber während der Entwickelungszeit dieser Formation der Grund und Boden mehrfach veränderte, indem neue Ab-

lagerungen entstanden und nicht nur die schon vorhandenen Inseln theils an Größe zunahmen, theils sich durch den Verwitterungsproceß und neue Vulcanenmassen in ihrer Masse mannichfach veränderten, sondern auch neue Inseln aus dem Schoße des Oceans emporstiegen; da sich das Klima änderte und das Sonnenlicht mehr Einfluß gewann, so mußten zunächst, wenn auch die silurischen Familien und Geschlechter noch fortdauerten, doch den veränderten Lebensverhältnissen gemäß die meisten alten Arten durch neue ersetzt werden, mußten auch gegen das Ende der Devonzeit neue Ordnungen und Familien zum Vorscheine kommen. In dieser Weise traten aus der Pflanzenwelt jetzt zum ersten Male eigentliche Landpflanzen und aus der Thierwelt Fische, ja auch ein Amphib auf. §. 319.

Im Besondern ist nun über die Flora und Fauna der Devonformationszeit Folgendes zu bemerken:

a. Die Flora. — Beim Beginne der Devonzeit traten zunächst wieder in günstigen Localitäten des Oceanes Seetange oder Fucoiden auf; indessen nur wenig Arten (— nach Göppert 6 —) und nur an wenigen Orten. Zu ihnen gehört der im rheinischen Thonschiefer vorkommende Halyserites Dechenianus und der in den unteren devonischen Sandsteinen New-Yorks gefundene, hahnenschwanzförmige Fucoides cauda galli. Diese Seepflanzen traten in der folgenden Bildungszeit des Devons immer mehr zurück; dagegen begann nun in der zweiten Hälfte dieser Zeit die Schöpfung von Landpflanzen. In den mit schlammigem Verwitterungsboden versehenen, feuchtwarmen, Buchten der damaligen Inseln erhoben sich mannichfache und zum Theil artenreiche Ansiedelungen von kryptogamischen Gefäßpflanzen aus den Familien der Farne, Schachtelhalmen (Equisetaceen), Schilfhalmen (Calamiten), Lycopodien und Sternblätter (Asterophylliten), zu denen sich am Schlusse der Devonzeit auch noch phanerogamische Gefäßpflanzen aus der Ordnung der Zapfenbäume (Coniferen) gesellten. Aber alle diese Pflanzenfamilien waren nun als die Vorläufer der sich in der folgenden Schöpfungsperiode entwickelnden, so äußerst großartigen und üppigen Steinkohlenflora zu betrachten und in ihren Formen auch dieser letzteren schon sehr ähnlich. Unter den in der Devonzeit zuerst auftretenden, dann aber in der Steinkohlenzeit sich weiter entwickelnden Gefäßkryptogamen herrschen bei weitem die Farne vor. Nach Göppert hat man von ihnen über 30 Arten im Devon aufgefunden, welche meistens den Gattungen Sphenopteris, Cyclopteris und Neuropteris angehören. Nächst ihnen machen sich vorzüglich Zweige und Blätter von den Calamitengattungen Annularia und Sphenophyllum bemerklich. Indessen kann keine Art dieser Gattungen und Familien als besonders bezeichnend für die Devonformation gelten, weil sie einerseits nur locale Erscheinungen sind und andererseits in zu nahen Beziehungen zu Arten und Geschlechtern der Steinkohlenflora stehen. Ueberhaupt hat man bis jetzt nur zwei, bloß der Devonformation zustehende, Arten von Pflanzen gefunden, nemlich das filzige Wurzelwerk der Stigmaria ficoides (Brogn.) und das lycopodienähnliche Psilophyton (Daws.), letzteres aber bis jetzt nur in dem nordamerikanischen Devon.

§. 319. In dem Devon des ſüdöſtlichen Thüringer Waldes ſcheint indeſſen ſchon ein reiches Pflanzenleben geherrſcht zu haben; denn nach Richter („Beiträge zur Paläontologie des Thüringer Waldes 1856“ und „Das Thüringiſche Schiefergebirge“ in der Zeitſchrift der deutſchen geol. Geſellſchaft 1869, S. 387) hat man daſelbſt 50 beſchriebene und eben ſoviel noch unbeſchriebene Pflanzenarten aus den oben genannten Familien aufgefunden.

b. Die Fauna. — Wenn man die bis jetzt bekannt gewordenen Gattungen und Arten des Thierreiches in der Silur- und Devonſchöpfungszeit mit einander vergleicht, ſo erhält man folgende allgemeine Reſultate:

1) Manche Familien und Geſchlechter des ſiluriſchen Thierreiches kommen nicht mehr in der Devonzeit vor, ſo unter den Polypen die Graptolithen, unter den Korallen die Gattung Halysites.

2) Andere Thierfamilien ſind dem Verſchwinden nahe, indem von ihnen nur in der unteren Etage der Devonformation noch einige ſpärliche Reſte vorkommen, ſo aus der Ordnung der Krinoideen die kurzſtieligen, kugeligen Cyſtideen (— von denen nur noch Agelacrinus rhenanus [Röm.] —), und die blumenknospenähnlichen Blaſtoideen (— von denen nur noch die Gattung Pentatrematites durch die Devonformation durch bis in den Kohlenkalkſtein reicht und für dieſen letzteren ſogar mit ſeinen Arten Pentatrematites florealis und piriformis in Nordamerika bezeichnend wird, und Elaeacrinus an einzelnen Stellen bisweilen gefunden werden).

3) Von noch anderen ſiluriſchen Familien gehen verhältnißmäßig nur noch wenig Gattungen in die Devonformation über und dauern dann auch theilweiſe noch bis zur Zeit der Steinkohlenformation fort. Dieſes iſt z. B. der Fall bei den Trilobiten, von denen kaum noch der vierte Theil der Silurgattungen im Devon zu finden iſt.

Von dieſen in die Devonformation übergehenden Silurtrilobiten treten dann wieder die meiſten nur in dem unteren Devon auf, ſo die Gattung Homalonotus mit den Arten Homalonotus obtusus und crassicaula (Sandberger); andere gehen auch noch in den Mitteldevon, ſo Phacops latifrons, ja Phacops reicht mit der Art Phacops cryptophthalmus (Emmr.) durch alle Etagen der Devonformation durch. Dagegen tritt auch wieder eine neue Trilobitengattung in dem Devon auf, nemlich Cryphaeus, deren Art Cryphaeus laciniatus dem unteren, Cryphaeus punctatus (Röm.) aber dem mittleren Devon angehört.

4) Es gibt aber auch Ordnungen, welche ſowohl im Silur wie im Devon mit Mächtigkeit und Artenreichthum auftreten, aber in der Weiſe,

a. daß Gattungen derſelben, welche in der Silurzeit vorherrſchten, zurücktreten und anderen Gattungen, welche in der Silurzeit nur eine untergeordnete Rolle ſpielten, den Vorrang abtreten. Dieſes iſt z. B. der Fall mit den Brachiopoden-Gattungen Orthis und Spirifer (Fig. 183), von denen die erſtere in der Devonzeit von der zweiten an Anzahl der Arten und Häufigkeit des Auftretens weit übertroffen wird;

§. 319.

b. daß Gattungen derſelben in der Devonzeit ganz neue und für die letztere charakteriſtiſche Arten zeigen. Dieſes iſt z. B. vorherrſchend der Fall mit den Brachiopoden-Gattungen Leptaena, Spirigera, Spirigerina und den Cephalopodengeſchlechtern Orthoceras, Cyrtoceras, Goniatites u. ſ. w.;

Fig. 183. Orthis elegantula.

c. daß in der Devonzeit ganz andere Gattungen und Arten auftreten als in der Silurzeit. Dieſe ſind dann für die Devonformation ganz beſonders bezeichnende Leitfoſſilien, zumal, wenn ſie nicht auch in der über ihr lagernden Steinkohlenformation wieder auftreten. Sie ſind daher auf der folgenden Ueberſicht ganz beſonders angegeben worden.

Die wichtigeren Leitfoſſilien der Devonformation

aus der Ordnung:	im Unterdevon.	im Mitteldevon.	im Oberdevon.
Amorphozoën.		Receptaculites Neptuni.	
Korallen.	Pleurodictyum problematicum. Halysérites Dechenianus. Cyathophyllum ceratites.	Heliolithes porosa. Calamopora polymorpha und cervicornis. Alveolites suborbicularis. Stromatopora concentrica. — Aulopora serpens. — Calceola sandalina. — Cyathophyllum caespitosum, hexagonum, quadrigeminum (u. helianthoides).	
Krinoideen.	Agelacrinus rhenanus. — Ctenocrinus typus. — Rhodocrinus gonatodes.	Cupressocrinus elongatus. — Sphärocrinus geometricus. — Taxocrinus Briareus.	
Brachiopoden.	Spirifer macropterus u. cultrijugatus.	Spirifer Lonsdalii, heteroclytus, calcaratus.	Spirifer Verneuilii.
	Spirigera concentrica.		
	Spirigerina prisca.		
	Rhyngonella pila u. pugnus. Orthis Sedgwickii. Anoplotheca lamellosa. Meganteris Archiaci.	Spirigerina reticularis, Stringocephalus Burtini. — Uncites gryphus. — Rhyngonella parallepipeda. Pentamerus brevirostris.	
Conchiferen.	Pterinea lamellosa, costata, truncata, lineata.	Megalodon cucullatus.	Cardiola concentrica, articulata.
Gaſtropoden und Heteropoden.	Pleurotomaria crenatostriata. Bellerophon macrostoma, compressus, striatus.	Murchisonia bilineata u. angulata. Pleurotomaria decussata. Macrochilus arculatum.	Pleurotomaria turbinea.
Cephalopoden.	Goniatites compressus.		Goniatites retrorsus, subsulcatus, intumescens, carinatus u. a. — Clymenia laevigata, striata, pseudogoniatites.
	Goniatites bicanaliculatus.		
	Bactrites gracilis und carinatus.		
	Orthoceras triangulare.	Cyrtoceras subconicum. Gyroceras costatum. Gomphoceras inflatum.	
	Orthoceras lineare und tubicinella.		
Cruſtaceen.	Cryphaeus laciniatus.	Cryphaeus punctatus.	Cypridina serratostriata.
	Phacops latifrons. — Cheirurus gibbus. — Bronteus fiabellifer. — Cypridina subfusiformis.		
	Homalonotus crassicauda u. obtusus.		
Anneliden.		— Spirorbis omphalodes.	

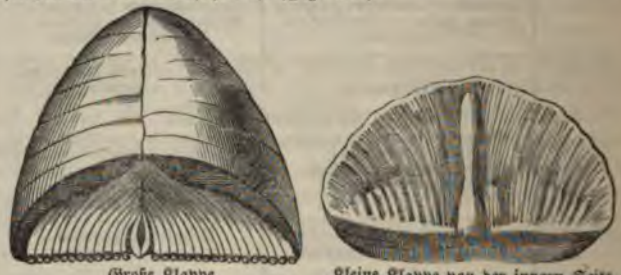
§. 319. Ueber die, in der Devonformation vorkommenden und namentlich in der vorſtehenden Ueberſicht genannten, Organismen iſt nun im Allgemeinen noch Folgendes zu bemerken:

a. Die Ordnung der Amorphozoën iſt in der Devonformation nur vertreten durch eine Scyphia (?) und den, oben erwähnten und vielleicht zu den Foraminiferen gehörigen, Receptaculites Neptuni (Defr.). Dieſe, meiſt ſcheiben- oder concavplattenförmige, ſelten trichterig vertiefte, Amorphozoë hat 9 Zoll im Durchmeſſer und 3—4 Linien Dicke und iſt ſenkrecht von runden Röhren durchbohrt und auf ſeiner Oberfläche entweder gitterförmig gefurcht oder von reihenförmig ſtehenden Vertiefungen bedeckt. So kommt er z. B. in dem Iberger Kalkſteine am Harze vor (Fig. 184).

Fig. 184.
Receptaculites Neptuni.

b. Aus der Ordnung der Korallenpolypen oder Zoantharien und zwar der ſogenannten Rugoſen (d. h. becher-, kelch-, pantoffel- oder auch ſäulenähnlichen, innerlich mit zahlreichen Sternleiſten, äußerlich aber mit einer runzeligen (rugoſen) Hülle umgebenen Korallen) machen ſich namentlich folgende Arten und Geſchlechter bemerklich:

1) Die ſogenannte Pantoffelmuſchel (Calceola sandalina), welche einem Pantoffel ohne Hinterfußſohle gleicht und mit einem feſt anſchließenden Deckel verſehen iſt (Fig. 185).



Große Klappe. Kleine Klappe von der innern Seite.

Fig. 185. Calceola sandalina.

a b

Fig. 186. Cyathophyllum helianthoides Goldf.

2) Die Gattung Cyathophyllum mit einem kelch- oder kreiselförmigen §. 319.
und innerlich mit zahlreichen Sternleisten versehenen Körper, welcher entweder einzeln auftritt oder mit anderen Körpern seiner Art zu massigen, äußerlich dann mit eckigen, strahlig gerieften Flächen versehenen, Stöcken zusammengewachsen ist (Fig. 186.), welche Cyathophyllum helianthoides darstellt.

3) Die Familie der Zoantharia tabulata (d. h. deren säulenförmige und ihrer Länge nach mit einander zu knollen- oder halbkugeligen

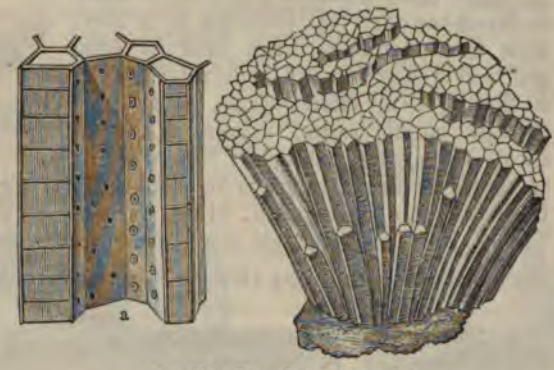


Fig. 187. Favosites polymorpha.
a. Mehrere vergrößerte, theilweise aufgebrochene Zellen.

Stöcken verwachsene Individuen innerlich durch parallele Querscheidewände, [Tabulae, daher der Namen Tabulaten] in einzelne Kammern abgetheilt erscheinen) zeigt im Devon namentlich Calamopora (oder Favosites) polymorpha (Fig. 187) und Heliolithes porosa (Fig. 188).

c. Aus der Familie der Seelilien (Krinoideen, von κρίνον, Lilie, und εἶδος, Gestalt, weil ihr Körper der Knospe einer Lilie oder Tulpe gleicht, wenn seine Fangarme zusammengefaltet sind) hat man, wie früher schon bemerkt, drei große Sippen unterschieden, nemlich die hauptsächlich im Silur auftretenden armlosen Cystideen und Blastoideen und die, eigentlich erst von der Devonzeit an hervortretenden, mit gegliederten und mit gabelig verzweigten, gefranzten oder gefiederten Armen versehenen, eigentlichen Krinoideen (oder Actinoideen, von ἀκτίς, Strahl, wegen ihrer, beim Ausbreiten strahlig stehenden Arme).

Fig. 188.
Heliolithes porosa aus devonischem Kalkstein der Eifel.
a. Eine Parthie der Oberfläche vergrößert.

Erklärung: Wegen der leichten Zerreißbarkeit ihres Körpers findet man im Allgemeinen nur selten vollständig erhaltene Exemplare von Krinoideen; um so häufiger findet man die einzelnen Glieder ihrer Arme und Stiele (— die sogenannten „Teufels- oder Bonifaciuspfennige" und „Himmels-

§. 319. ſternchen" —), welche in Kalkſpath umgewandelt oft die Kalkſteinmaſſen ſo erfüllen, daß dieſe hierdurch das Anſehen von kryſtalliniſchem Kalkſtein erhalten.

Unter den in der Devonformation auftretenden Krinoideen machen ſich beſonders Cupressocrinus crassus (Fig. 189), ſowie der Taxocrinus Briareus bemerklich.

Fig. 189.
Cupressocrinus crassus aus dem Kalkſteine der Eifel.

d. In großer Mannichfaltigkeit zeigen ſich im Devon die Brachiopoden (vgl. Erklärung im §. 308). Viele ihrer Gattungen treten ſchon im Silur auf, werden aber jetzt erſt vorherrſchend, z. B. die Spiriferen, andere dagegen, welche in der Silurzeit mächtig waren, nehmen ab, ſo die Orthis-Arten; und noch andere ſcheinen erſt in der Devonzeit hervorzutreten, ſo die Gattungen Stringocephalus, Uncites, Anoplotheca, Meganteris, Productus und Terebratula. Die für die Devonformation wichtigſten Arten ſind:

1) Spirifer disjunctus (Fig. 190) und Spirifer macropterus (Fig. 191).

Fig. 190.
Spirifer disjunctus.

Fig. 191.
Spirifer macropterus.

2) Stringocephalus Burtini (vgl. Fig. 149).

e. Auch die eigentlichen Muſchelthiere oder Conchiferen haben ſich in der Devonzeit ſchon ſtark entwickelt. Unter ihren zahlreichen Gattungen und Arten indeſſen iſt namentlich die Gattung Pterinea für die untere Grauwacke und Megalodon (cucullatus) für den mittleren devoniſchen Kalk bezeichnend.

Megalodon cucullatus hat zwei gleichgroße, gewölbte, an ihrem Schnabel umgekrümmte, Schalen und hat von vorn geſehen die Geſtalt eines Herzes (Fig. 192).

Fig. 192.
Megalodon cucullatus.

f. Unter den verſchiedenen Schnecken (Gaſteropoden) treten namentlich die Gattung Bellerophon mit einem ſcheibenförmigen, einem Nautilus ähnlichen, unregelmäßig quergeſtreiften, Gehäuſe; Euomphalus mit ſcheibenförmigem oder flachkegelförmigem und mit weit offenem, glatten Nabel und kantiger Mündung verſehenem Gehäuſe (Fig. 193); und Murchisonia mit ſchraubenförmig gewundenem, $1^2/_3$ langem, faſt thurmförmigem, Gehäuſe, welches auf der Mitte eines jeden ſeiner 8—10 faſt platten Umgänge 2 Linien, ſowie an dem Grunde ſeiner

§. 319.

länglichen Mündung einen kurzen Kanal besitzt (vgl. Fig. 161), welche die Murchisonia bilineata darstellt.

Fig. 193.
Euomphalus planorbis.

g. Aus der Ordnung der Cephalopoden treten in der Devonzeit zwar auch noch mehrere neue Arten der schon in der Silurschöpfung ins Dasein getretenen Gattung Orthoceras, Cyrtoceras, Gyroceras, Gomphoceras und Phragmoceras auf, aber so recht bezeichnend namentlich für die obere Etage der Devonformation sind vorzüglich die Nautilitinengattung Clymenia und die Ammonitengattung Goniatites und unter ihnen namentlich Clymenia laevigata (Fig. 194) und Clymenia pseudogoniatites, sowie Goniatites retrorsus, intumescens (Fig. 195).

Fig. 194. Clymenia laevigata.

Fig. 195. Goniatites intumescens.

h. Die Trilobiten nehmen an Zahl der Geschlechter und Arten, sowie an Mannichfaltigkeit der Formen so ab, daß unter den charakterisirenden Arten nur noch Phacops cryptophthalmus (Fig. 196) bis in den oberen Devon reicht, während Phacops latifrons (Fig. 197) nur für den mittleren Devon und Homanolotus crassicauda (Fig. 198) und Hom. obtusus für den unteren Devon bezeichnend erscheint.

Fig. 196. Phacops cryptophthalmus.

Fig. 197. Phacops latifrons.

Fig. 198. Homanolotus crassicauda.

i. Dagegen zeigen ſich im oberen Devon ſcharenweiſe die kleinen, ſchon im §. 308 erwähnten, mit zwei geſtreiften Muſchelſchalen verſehenen, Muſchelkrebſe, namentlich Cypridina serrato-lineata (vgl. Fig. 167 im §. 308) entwickelt.

Bemerkung: Die zuerſt in der Devonformation und namentlich im Old red Sandstone mit Macht auftretenden Arten der Fiſche ſind ſchon im §. 308 kurz beſchrieben worden.

§. 320. **Gliederung und Verbreitung der devoniſchen Formation.** — Wie man aus der im §. 320a aufgeſtellten: „Vergleichenden Zuſammenſtellung ꝛc." erſieht, ſo theilt man gegenwärtig die devoniſche Formation nach ihren Geſteins-Ablagerungen und den in denſelben vorherrſchenden Foſſilien in folgende drei Etagen:

1) Untere Devon-Etage, welche vorherrſchend aus Grauwackeſchiefer, Thonſchiefer und kieſeligen Sandſteinen oder auch aus braunen oder rothen Conglomeraten und ebenſo gefärbten, thonigen Sandſteinen, ſeltner aus eiſenſchüſſigen Kalkſteinen und Mergeln beſteht und namentlich charakteriſirt wird durch Spirifer macropterus und cultrijugatus, Pterinea lamellosa und lineata und Homalonotus crassicauda und obtusus.

2) Mittlere Devonformation, in welcher vorzüglich Kalkſteinzüge mit untergeordneten Dolomiten und Mergeln ſtark entwickelt erſcheinen, ſehr oft aber auch graublaue Thonſchiefer, kieſelige Sandſteine oder auch Conglomerate und Schalſteine auftreten. Dieſe an Foſſilien ſehr reiche Etage wird namentlich charakteriſirt durch Korallen, (ſo Heliolithes porosa, Calamopora polymorpha, Stromatopora concentrica, Calceola sandalina (Fig. 199) und Cyathophyllum quadrigeminum), ferner durch Spirigerina reticularis, Stringocephalus Burtini, Uncites gryphus, ferner durch Murchisonia bilineata, endlich durch Phacops latifrons.

Fig. 199. Calceola sandalina.

3) Obere Devonformation, in welcher vorzüglich mergelige Schiefer mit Kalkknoten (Kramenzel), erdige Grauwackeſchiefer und glimmerige oder eiſenſchüſſige Sandſteine auftreten und ſich namentlich Spirifer Verneulii, Goniatiten (z. B. Goniatites retrorsus), Clymenien (z. B. Clymenia laevigata) und Cypridina serrato-striata bemerklich machen.

Dieſe drei Etagen ſind bis jetzt, wenigſtens in Europa, überall, wo die Devonformation auch nur einigermaßen vollſtändig auftritt, mit einer wirklich merkwürdigen Uebereinſtimmung in ihren Ablagerungsmaſſen und Organismenreſten beobachtet worden, wie die im §. 320a angegebene „Vergleichende Zuſammenſtellung der devoniſchen Formation in verſchiedenen Landesgebieten" wohl ſattſam genug darthut. Ueber die auf dieſer Zuſammenſtellung angegebenen devoniſchen Landesgebiete, wie überhaupt über

die weitere Verbreitung der Devonformation ist nun noch Folgendes zu bemerken: §. 320.

Da die Devonformation vorherrschend aus denselben Bildungsmaterialien, — sei es nun aus den nach Bildung der Silurformation noch übrigen Gesteinselementen, sei es aus den Zerstörungsmassen silurischer Ablagerungen, — entstanden ist wie eben die Silurformation, so wird sie auch in denselben Landesgebieten wie diese, theils in Verbindung mit ihr, theils allein für sich in ihrem Ablagerungsgebiete auftreten. Im Allgemeinen wird demnach die Devonformation ein Hauptbildungsglied aller derjenigen massigen Gebirge und plateaubildenden Gebirgsländer sein, welche sich auf den Urgebirgsgebieten oder um die schroff aufsteigenden Gebirgsketten des Urgneißes und der Urschiefer herum ausbreiten und dann weiter von den Gliedern der Steinkohlen- oder auch wohl der Dyasformation über- oder umlagert erscheinen. Dieses vorausgesetzt, hat man die devonische Formation namentlich in folgenden Landesgebieten beobachtet:

A. In Europa.

1) Im rheinischen Schieferberglande, d. i. in dem Landesgebiete, welches sich zu beiden Seiten des Rheins ausbreitet, westwärts von diesem Strome den Hundsrücken mit dem Hoch-, Idar- und Soonwald, dann die Eifel und endlich einen Theil Belgiens mit den Ardennen bildet, ostwärts von dem Rheine aber den Taunus mit Nassau, den Westerwald, das Sauerland oder das von der Sieg und Lenne durchzogene Gebiet Westphalens darstellt. In diesem ganzen, — durch v. Dechen's, F. Römer's, Sandberger's, Bauer's u. A. sorgfältige Untersuchungen am genauesten in Deutschland bekannt gewordenen — Landesgebiete erscheint die Devonformation am vollständigsten entwickelt und so gegliedert, wie es im §. 321 angegeben worden ist. Hier sei daher nur noch bemerkt, daß — nach v. Dechen's vortrefflicher: „Geologischer Uebersichtskarte der Rheinprovinz und der Provinz Westphalen" —

   a. der Unterdevon vorherrschend im Ardennengebirge, im Hundsrücken, in der Eifel, dem Taunus und dem Westerwald zu beiden Seiten des Siegthales;

   b. der Mitteldevon und zwar

      α. die Lenneschiefer im Sauerlande zu beiden Seiten des Lennethales;

      β. die Kalksteine (Eifeler Kalk) rechtsseits vom Rhein von Düsseldorf bis Iserlohn hinaus, und linksseits vom Rhein auf der Eifel in der Umgebung von Prüm, Gerolstein, Hillesheim, Stadtkylt u. s. w.;

   c. der Oberdevon mit dem Kramenzel und dem Cypridinenschiefer rechtsseits vom Rhein in Nassau und in Westphalen

§. 320. von Neuenrade über Allendorf bis nach Brilon hin entwickelt erſcheint.

2) Im Harze, wo der Devon mehrere große Inſeln bildet, nemlich:
   a. in der Umgebung von Elbingerode und Rübeland, wo er das Innere der nördlichen Silurmulde am Harze einnimmt;
   b. auf dem Oberharze, wo der Devon 1) zwiſchen Ocker und Innerſte am Nordrande des Gebirges, 2) in einer ſchmalen, von Oſterode aus nordwärts über Grund ziehenden und faſt bis Harzburg reichenden Zone in Verbindung mit Diabaslagern und 3) am Iberge und Winterberge bei Grund mit maſſigen Eiſenerzlagern auftritt.

   Nach Sandberger u. A. iſt übrigens die Gliederung der Harzer Devon ganz dieſelbe wie in Naſſau. — Bemerkenswerthe Punkte deſſelben ſind folgende:
   α. der Spiriferenſandſtein ſetzt die Berge zwiſchen Ocker, Goslar, Bockswieſe und Oberſchulenberg (z. B. den Rammelsberg) zuſammen;
   β. der Calceolakalkſtein zeigt ſich deutlich im Schalkerthal, am Auerhahn, Bocksberg und Rammelsberg;
   γ. der Stringocephalenkalk findet ſich z. B. in der Grube Weinſchenke bei Buntenbock und am Polſterberge. Er tritt in Geſellſchaft von Eiſenerzlagern und Diabas auf;
   δ. der Cypridinenſchiefer und Kramenzel-Clymeniakalk umgiebt die Oberharzer Devoninſel im Oſten, Süden und Weſten. In ſein Gebiet gehört der Iberg und Hübichenſtein bei Grund, deren Kalkſtein außerordentlich reich an Foſſilien iſt. Der Cypridinenſchiefer ſelbſt tritt namentlich bei Lautenthal hervor.

3) Im ſüdöſtlichen Thüringer Walde ruhen nach Richter die devoniſchen Schichten überall auf ſiluriſchen Schichten und bilden einen Gürtel, welcher von der Triasgrenze bei Forſchengereuth unweit Sonneberg bis Buchbach bei Gräfenthal in Folge der Auflagerung von Culmgeſteinen noch ziemlich ſchmal bleibt, von Saalfeld bis Probſtzelle ſich mehr und mehr verbreitert und endlich da, wo derſelbe ſich um die von Silurgeſteinen umſäumte cambriſche Inſel von Lauenſtein herumlegt, mit dem großen devoniſchen Zuge zuſammentrifft, der am Südweſtrande des Frankenwaldes und Fichtelgebirges bis Poſterſtein bei Ronneburg fortſtreicht (vgl. Richter: „Das Thüringiſche Schiefergebirge“ in der Zeitſchr. der deutſchen geol. Geſellſchaft 1869, S. 370 u. ff.).

„Die oberdevoniſche, aus Cypridinenſchiefern mit eingeſchalteten Kalkknoten (Kramenzel) beſtehende Etage hat das Eigenthümliche, daß ſie, abgeſehen von der bedeutendſten Ablagerung ober-

halb Saalfelds, überall eine nur sporadische, von Hämmern bis Spechtsbrunn und Lehesten vorzugsweise auf die Höhen, von Gräfenthal bis Saalfeld mehr auf die Thäler beschränkt ist." — Vereinzelte Schollen der Cypridinenschiefer liegen nicht bloß unmittelbar auf den Orthoceras- und Dachschiefern, sondern auch auf obersilurischer (bei Steinach, Spechtsbrunn, Saalfeld) und untersilurischer Unterlage (so bei Haselbach, Sommersdorf, Gebersdorf, Gräfenthal)." §. 320.

4) In Oberfranken, in den Fürstenthümern Reuß und im Fichtelgebirge (bei Hof und Elbersreuth) lagern, ähnlich wie bei Saalfeld, auf obersilurischen Graptolithenschiefern, Cypridinenschiefer und Clymenienkalk.

5) In Schlesien treten bei Freiburg und Kunzendorf aus dem Gebiete der Culmformation zwei isolirte Kalkmassen hervor, welche ihren Fossilien nach (Spirifer disjunctus, Aulopora repens, Receptaculites Neptuni ꝛc.), wahrscheinlich zu der oberen Abtheilung des Mitteldevon gehören. — Ebenso hat man bei Ebersdorf in der Grafschaft Glatz oberdevonischen Kalkstein gefunden. — Endlich treten alle drei Etagen des Devon in einer 7 Meilen langen und 3 Meilen breiten Zone auf, welche sich von Zuckmantel aus südwärts bis Sternberg in Mähren erstreckt.

6) In Rußland, wo die Devonformation über einen Flächenraum von etwa 7000 geographischen Quadratmeilen ausgebreitet und überall der Silurformation concordant und wagerecht aufgelagert erscheint, erfüllt diese Formation zwei mächtige Landesgebiete, von denen das eine von Curland aus nach Nordost durch Livland und die Gouvernements Pskow, Petersburg und Olonetz bis nach Archangel, das andere aber von Curland aus nach Ostsüdost durch die Gouvernements Witebsk, Smolensk, Kaluga und Tula bis nach Woronesch sich erstreckt. In dem nördlichen dieser beiden Devongebiete erscheint der schottische Old-red-Sandstone mit der eigentlichen Devonformation in der Weise verbunden, daß der Old-red-Sandstone die oberste, die eigentliche Devonformation aber die mittlere und untere Etage der ganzen Formation bildet.

7) In Großbritannien zeigen sich, wie man aus der Zusammenstellung im §. 320a ersehen kann, die Ablagerungsmassen der Devonformation von zweifacher Art:

a. In Südwales in den Grafschaften Brecknockshire, Caermarthenshire und Pembrokeshire; ferner in England in Shropshire, Herefordshire, Worcester und Monmouthshire; endlich in Schottland auf der Südseite der Grampians quer durch das ganze Land, von Dumbarton bis nach Stonehaven, und ebenso in der Grafschaft Caithneß und auf den Orkaden und Shetlandinseln besteht die Devonformation aus den Gliedern des Old-red-Sand-

§. 320. stone, welcher im Allgemeinen von unten nach oben aus einem rothen Conglomerat; rothem und gelblichem, — mit rothen und grünlichen Schieferletten wechſellagernden — Sandſteine; glimmerigem, bituminöſem Mergelſchiefer mit zahlreichen Fiſchreſten; wieder rothem Sandſteine und Fiſchmergeln und zuoberſt nochmals aus rothen Conglomeraten mit bunten Sandſteinen und Lagern von Kieſelkalk zuſammengeſetzt iſt.

b. In Devonſhire und Cornwall dagegen beſteht die Devonformation ziemlich aus denſelben Ablagerungsmaſſen wie der rheiniſche Devon, namentlich aber aus Thonſchiefern, grünen Schiefern, Grauwackeſchiefern, kieſeligen Sandſteinen und Zwiſchenlagern von blaugrauen oder marmorirten Kalkſteinen. Sie wird in dieſem Gebiete durch die, im mittleren Theile des Landes aufgelagert erſcheinende, Steinkohlenformation in eine nördliche, kleinere und in eine ſüdliche, größere, nach Weſten in das Cornwaller Schiefergebirge verlaufende, Zone zertheilt.

B. In Amerika.

8) In Nordamerika lagert namentlich im Staate New-York die Devonformation innerhalb der flachen Mulde, welche von der daſigen Silurformation gebildet wird, ſo daß ſie ringsum von den Ablagerungsmaſſen dieſer letzteren umgürtet erſcheint, während ſie ſelbſt wieder zum Theil von den Ablagerungen der Steinkohlenformation überlagert iſt. Sie beſteht zwar vorherrſchend aus denſelben Gliedern, wie auch die Devonformation des Rheingebietes, alſo namentlich aus feinkörnigen, theils kieſeligen, theils mergeligen oder thonigen Sandſteinen, aus grauſchwarzen oder grünen Schiefern, welche zum Theil Knoten und Zwiſchenſchichten von Goniatiten-Kalkſteinen umſchließen, und grauem, Hornſteinknollen enthaltenden, Kalkſtein, allein in ihrer oberſten Etage zeigt ſie, ähnlich wie in Rußland, Glieder des Old red Sandstone mit Fiſchreſten, namentlich von Holoptychius nobilissimus. — Nach Weſten hin verſchwinden in den Staaten Ohio, Kentucky und Indiana ihre Sandſteine und Schiefer immer mehr, bis zuletzt am Miſſiſſippi die ganze Devonformation auskeilt.

Die Devonformation Nordamerikas zerfällt nach Ramſay (vergl. Siluria, 2. Edit. pag. 472) in folgende, den europäiſchen analoge Etagen:

I. Unter-Devon:
   1) Sandſtein von Oriskany.
   2) Sandſtein mit Fucoides caudagalli und Sandſtein von Shoharie mit Fiſchreſten von Asterolepis.

II. Mitteldevon:
   3) Corniferous limestone (hornſteinreicher Kalkſtein und Onondagakalkſtein).

4) Marcellusschiefer (— ein schwarzer bituminöser, 150 bis 300 Fuß mächtiger, Schiefer), welcher Knollen von Goniatitenkalkstein enthält und sich an die, bis 1000 Fuß mächtige, vorherrschend aus grünen Schiefern bestehende und an Conchiferen und Brachiopoden sehr reiche, Hamiltongruppe, dann an den Tullykalkstein und den schwarzen Schiefern von Genesee anschließt. §. 320.

III. Oberdevon:

5) Aus Grauwacke, Sandstein und Schieferthon bestehende, Chemung- und Portage-Gruppe.

6) Catskill-Gruppe, über 2000 Fuß mächtig, dem Old red Sandstone entsprechend; an der Grenze von Pennsylvanien an den Catskill-Bergen.

Außer in Europa und Amerika hat man die Devonformation auch schon in Asien und Afrika bemerkt.

§. 320 a. **Vergleichende Zusammenstellung der D**

	Rheinpreußen und Westphalen:			Belgien.	Nordl licher
	links vom Rhein.	rechts vom Rhein und in Westphalen.	Nassau.		
Oberdevon.	Goniatiten- und Cypridinenschiefer zwischen Gerolstein und Prüm.	Nierenkalkstein (Kramenzel) mit Goniatiten und Clymenien und in den Kalkschiefern Cypridinen (daher: Cypridinenschiefer); darunter grauer, glimmeriger Sandstein (Pönsandstein) und: Thonschiefer, Mergelschiefer und grauer Kalkstein (Flinz).	Cypridinenschiefer bei Weilburg, bestehend aus rothem Thonschiefer mit Kalkknollenlagen, grauem oder grünlichem Schiefer, Schieferkalkstein und Schalstein. Voll Cypridina serratostriata, auch mit Goniatiten und Orthoceren.	Zuoberst grüne und braune Mergelschiefer mit Kalkzwischenlagen und Spirifer disjunctus; darunter dunkele Mergelschiefer mit Kalksteinnieren, welche Goniatiten, Clymenien und Cardiola retrostriata enthalten.	Cypri schiefer tenthal; zelkalk v. burg; D kalk von Iberger (Wissen Schiefer).
Mitteldevon.	Dolomitischer Kalkstein mit Stringocephalus und Uncites zwischen Prüm u. Schönebecken. Eigentlicher, bläulichgrauer Eifelkalkstein mit Zwischenlagen von Mergel u. Dolomit, welcher die Decke der Kalksteinmulden bildet. — Mit Petrefacten des Mitteldevon. Darunter: dünne, rothe Kalksteinschichten mit Schichten röthlichen Sandsteins. Zuunterst: Bläulichgrauer Thonschiefer mit Dachschiefer und feinkörnigem grauem Sandstein.	b. Stringocephalen- oder Elberfelder Kalkstein: feinkörnig, grau, bisweilen dolomitisch; reich an Korallen (Stromatopora concentrica, Calamopora polymorpha, Cyathophyllum quadrigeminum), Spirigerina prisca, Stringocephalus Burtini, Uncites gryphus, Calceola sandalina. — Reich an Höhlen und Erzen. a. Lenneschiefer: Thonschiefer in Wechsellagerung mit feinkörnigen, quarzreichen Sandsteinen und Kalksteinen.	Theils graue oder marmorirte Kalksteine, reich an Korallen (Heliolites, Calamopora, Stromatopora), Spirigerina reticularis, Stringocephalus Burtini u. s. w. — Theils gelblicher Dolomit; theils Schalstein mit Rotheisenerzlagern und mit Heliolites porosa, Calamopora polymorpha u. s. w.	Zuoberst Kalkstein mit Stringocephalus Burtini, Uncites gryphus ꝛc.; darunter graue Mergelschiefer mit Bryozoën und Calceola sandalina; zuunterst Kalksteine mit Stromatopora polymorpha und andere Fossilien des Eifeler Kalksteins. Unter ihnen quarzige und schiefrige Gesteine.	Strin phalenk Buntenbo sterberg senerzlage senbacher fer von berg. Cal schiefer Auerhahn Schalkert Kalkste Grund.
Unterdevon.		Grauwackeschiefer in Wechsellagerung mit feinkörnigem Sandstein (Spiriferen-Sandstein und Thonschiefer, z. Th. Dachschiefer.) Vorzüglich mit Spirifer cultrijugatus und macropterus, Spirigerina prisca, Spirigera concentrica u. s. w.	Glimmeriger, meist grünlicher Grauwackeschiefer, quarzige Sandsteine und Quarzite, sowie Thonschiefer mit Spirifer macropterus, Chonetes dilatata u. sarcinulata.	Braune Sandsteine und Schiefer mit Spirifer cultrijugatus u. macropterus ꝛc. Darunter Quarzconglomerate, schwarze Quarzite u. Thonschiefer mit Steinkernen von Rhynchonella und Orthis.	Spiri Sandste Kahleberg, Rammelsb zum Theil Schalke, mit kalkig ceola Gesteinen lagern. A noch die roder Gra

…er in verschiedenen Landesgebieten.

§. 320 a.

…östlicher …inger Wald …h Richter).	Britannien.		Rußland.	
	Devonshire.	Schottland.	Nördliche Zone.	Centralzone.
…idinenschiefer …rmäßig eingebet… …blaugrauen bis Kalkknoten …nzel) und Bänken …uarziten und …ssigen Sand… …n. Die bisweilen Dolomit über… …n Kalkknoten mit …ien, Goniatiten …thoceratiten.	5. Gruppe: Piltongruppe. Zuoberst: Erdiger Grauwackeschiefer mit Kalkstein (Spirifer-Zone); darunter: Graue oder braune, glimmerreiche Sandsteine (Clymenienschichten).	Oberer Old-red Sandstone. Gelblicher u. röthlicher Sandstein mit Fischen (Holoptychius, Pterichthys).	Zuoberst: Grüne und rothe Thonmergel; darunter: weißer Mergelkalkstein; darunter: eine etwa 4 Fuß mächtige Fischknochen- und Schuppenschichte. (Haloptychius u. a.); zuunterst: grüne und rothe Mergel und Sandsteine.	Vorherrschend hellgelbe, dünnschichtige Kalksteine mit Zwischenlagen von oft grünlichen od. bläulichen Mergeln; hie und da auch gelbliche od. grünliche Sandsteine. Mit lauter devonischen Fossilien.
…blaue oder grün… …nige Schiefer; …r mächtig ent… Conglome… mit schiefriger …masse und Schie… …leben, Quarzkör… …nd kaolinisirten …thkrystallen; nach einen feinkörni… …slinsandstein …eht in einen quar… …chen Kiesel… …ein übergehend. …steinkernen von …topora, Spiri… und Stringoce…	4. Gr.: Plymouthgruppe. Graue, grünliche und rothe Sandsteine im Wechsel mit grünen und rothen Schieferlagen. Darunter grüne Schiefer mit Nestern von Quarz. 3. Gruppe: Ilfracombegruppe im nördl. Devonshire: Kalksteinzüge mit Stringocephalus; darunter grauer, sandiger Thonschiefer. Zuunterst grobe kieselige Gesteine. Calceolaschiefer von Ogwellhouse.	Mittlerer Old-red Sandstone. Bituminöse Schiefer mit zahlreichen Fischresten (72 Arten, darunter Osteolepis, Dipterus, Cheiracanthus, Pterichthys, Coccosteus).	(Am Waldai): Rothe und grüne Thonmergel, Thone. Kalk- und Sandsteine. — Mit Spirigerina prisca, Spirifer calcatus, Leptaena productoides u. s. w.	
…rrschend schiefer… Thonschiefer …chtigen Einlage… …von Dachschie… …(namentlich bei …) …unten mit Zwi… …ken von feinkör… …blaugrauen, kie… …n Sandstei… …hie und da auch …uer Schiefer… Einzelne verkieste …reste und Or… …s regulare.	2. Gruppe: Rothe Quarzconglomerate, rothe oder weiße Sandsteine mit rother Grauwacke, Grauwackeschiefer und Schieferthon mit Zwischenlagen von echtem Thonschiefer. 1. Gruppe: Lintongruppe. Harte, graue oder röthliche Quarzsandsteine mit Zwischenschichten von grünem Schiefer.	Unterer Old-red Sandstone. Rothe oder bunte Sandsteine; darunter grobe, polygene, rothe Conglomerate mit rothbraunen Schieferlettenlagern. Mit Cephalaspis und Ptorygotus.	Rothe und grünliche Kalksteine mit rothen Mergeln mit Spirigerina reticularis, Spirigera concentrica, Spirifer speciosus, Archiaci 2c.	

§. 321. **Die vulcanischen Erscheinungen und die durch sie herbeigeführten Gesteinsmetamorphosen in der Silur- und Devonformation.** — Wie die azoischen Formationen, so sind auch die Grauwacke-Thonschieferformationen vielfach der Tummelplatz von vulcanischen Eruptionen gewesen, durch welche die Bildungsmassen dieser Formationen nicht nur auf das Mannichfachste aus ihrer normalen Ablagerungsweise herausgerissen, verschoben, zerknickt, umgekippt und das Unterste zuoberst geworfen wurden, sondern auch in ihrem mineralischen Massenbestande — wenigstens da, wo sie in unmittelbare Berührung mit den Eruptivgesteinen kamen — mehr oder weniger starke Veränderungen erlitten.

Man muß indessen schon von vorn herein unter den, in dem Gebiete der Grauwacke-Thonschieferformation vorkommenden, Eruptionsmassen *je nach der Zeit ihrer Entstehung* unterscheiden:

a. solche Eruptionen, welche *während der Entwickelungszeit*, und
b. solche Eruptionen, welche erst *nach der Bildungszeit* der beiden Uebergangsformationen zum Vorscheine gekommen sind.

Von diesen beiden, ihrer Entstehungszeit nach verschiedenen, Eruptionsproducten ist jedoch zunächst für die, *während der Entwickelungszeit* der beiden Uebergangsformationen hervorgetretenen, Eruptionsmassen weiter zu unterscheiden:

1) ob dieselben aus dem Erdinnern hervorgetrieben wurden zu einer Zeit, *in welcher die silurischen oder devonischen Ablagerungen* sich noch *unter dem Meeresspiegel* befanden und auch später, nach den sie durchbrechenden Eruptionsmassen, noch unter dem letzteren blieben und sich in Folge davon weiter entwickeln konnten, oder
2) ob die nach Außen drängenden Eruptionsmassen die Uebergangsablagerungen *über den Meeresspiegel* emporhoben, so daß ihre Weiterentwickelung aufhörte, und sie selbst nun aus dem Rücken der gehobenen Ablagerungen heraustraten, oder auch
3) ob die Eruptionsmassen aus dem Gipfel *schon früher und vor ihrem Empordrängen*, — aber noch vor der Bildung jüngerer Formationen, — über den Meeresspiegel emporgehobener Ablagerungen hervorgetreten sind.

Alle die, während oder kurz nach der Bildung der Silur- und Devon-Ablagerungen und noch vor der Entstehungszeit jüngerer Formationen hervorgetretenen, Eruptionsgebilde gehören der Uebergangszeit an. *Sie allein waren es auch wohl in den meisten Fällen, welche theils durch ihre empordrängenden Massen selbst, theils durch die, bei ihrem Empordrängen mitwirkenden, Dämpfe und Gase die Ablagerungsmassen der Silur- und Devonformation auf die mannichfachste Weise nicht nur aus ihrer normalen Lagerungsweise rissen, sondern auch in ihrem Massebestande veränderten.* Von ihnen soll daher hier zunächst die Rede sein.

In dem Zeitalter der Silur- und Devonformation machen sich im Allgemeinen dieselben Eruptionsgesteine bemerklich, welche schon während und

nach der Bildungszeit der azoischen Formationen hervorgetreten sind. §. 321.
Granite, Syenite, Diorite, Gabbro, Hypersthenfels und Diabasgesteine sind es namentlich, welche das Gebiet der Uebergangsformationen in mannichfacher Weise durchsetzen. Zu ihnen gesellen sich dann hie und da noch Felsitporphyre, Melaphyre, Basalte und Trachyte, welche indessen alle späteren Eruptionsperioden angehören und eben nur deshalb in den Uebergangsformationen und namentlich im Devon vorkommen, weil ihnen auf ihrem Zuge zur Außenwelt die Ablagerungen des Silur und Devon den Weg versperrten und deshalb gewaltsam durchbrochen werden mußten.

In dieser Weise werden die devonischen Schiefer in Cornwall und ebenso die Devonmassen Nassaus von Felsitporphyr, die Devonmassen der Eifel und des Westerwaldes vielfach von Basaltgängen, ja im Siebengebirge und in der Umgebung des Laacher Sees von älteren und jüngeren Trachyten verschiedener Art durchsetzt.

Unter allen diesen Eruptionsgesteinsarten aber sind vorherrschend die Granite und Diabase (sowie auch manche Gabbrogesteine) bezeichnend für die Uebergangsformationen; denn sie bilden nicht nur zahlreiche Gänge, Stöcke, Kuppen und Decken auf den Ablagerungsmassen dieser Formationen, sondern erscheinen auch sehr oft in schichtenähnlichen, oft bedeutenden und weit ausgedehnten Zwischenlagern zwischen diesen Ablagerungen und zeigen alsdann oft sogar mannichfache Uebergänge in die sie umgebenden Ablagerungsmassen. Und bei allem diesen üben sie auch häufig einen merkwürdigen Einfluß auf die Umwandlung der mit ihnen in Berührung stehenden Gesteinsglieder der Uebergangsformationen aus. Alles dieses gilt, wie später noch weiter gezeigt werden soll, namentlich von denjenigen ihrer Eruptionsmassen, welche zu einer Zeit, in welcher die von ihnen durchdrungenen Ablagerungsmassen noch schlammig-weich und leicht umwandelbar waren, aus dem Erdinnern emporgedrangen.

Wenn nun auch die granitischen Eruptionen zur Zeit der Uebergangsformationen noch häufig genug auftraten und in der eben angedeuteten Weise umwandelnd auf ihre Umgebung einwirkten, so werden sie doch in jeder Beziehung übertroffen von den diabasitischen Grünsteinen. Diese merkwürdigen Gesteinsbildungen haben eigentlich so recht ihre Heimath in dem Gebiete der Grauwacke-Thonschieferformation und vorzüglich der Devonformation.

In dieser letztgenannten Formation bilden sie mit ihren verschiedenen Arten, namentlich aber mit ihren Mandelsteinen, grünen Schiefern, Diabastuffen und Schalsteinen zunächst weit ausgedehnte, zwischen den devonischen Schiefern und Sandsteinen eingelagerte, Parallelmassen, welche nicht nur das Gepräge von durch Wasser abgesetzten Schichten besitzen, sondern auch häufig in vielfacher Wechsellagerung mit den wirklichen Sedimentgesteinen stehen und oft auch in dieselben übergehen, sodann aber namentlich mit ihren krystallinisch-körnigen und porphyrischen Arten Gänge und Stöcke, welche die Devonsedimente von unten nach oben durchsetzen und sich dann in massigen Felskuppen und gewölbten Decken über ihnen erheben.

§. 321. Unter diesen verschiedenen Entwickelungsformen der Diabasite sind nun die schichtweise zwischen den devonischen Sedimenten auftretenden Diabasitablagerungen von ganz besonderem Interesse einerseits wegen ihrer Entstehungsweise und andererseits deshalb, weil gerade sie auf so mannichfache Weise umbildend auf die sie umgebenden Sedimentmassen eingewirkt haben.

Was nun zunächst ihre Entstehungsweise betrifft, so sind sie wohl durch submarine Eruptionen, welche schon während der Entwickelungszeit der devonischen Sedimente eintraten, dadurch hervorgebracht worden, daß die aus dem Erdinnern in die Höhe drängenden Diabasschmelze durch die von oben her auf sie drückende Meeresmasse seitwärts um ihrem Eruptionskanale herum auf den schon vorhandenen Devonablagerungen ausgebreitet und dann durch später entstehende Schlammablagerungen zugedeckt wurden. Indem aber nun in nach einander folgenden Zeiträumen mehrfach solche submarine Diabasauswürfe erfolgten und immer wieder von neuen Sedimentbildungen überlagert wurden, so mußten dadurch die oben erwähnten Wechsellagerungen zwischen Grauwacke-Thonschieferschichten und Diabaslagern entstehen.

Von den in dieser Weise sich bildenden Diabaszwischenlagern wurden indessen viele schon während ihrer Entstehung theils durch die mechanische Gewalt des Oceans zertrümmert, zu Pulver zerrieben und dann als solches mit den übrigen Schlammmassen des Meeres innig zusammengemischt und so zu Tuffen und Schalsteinen umgewandelt, theils durch die im Meereswasser vorhandenen Zersetzungsagentien ganz oder theilweise zersetzt, wodurch nun verschiedene Mineralsubstanzen entstanden, welche ebenfalls wieder umwandelnd auf die, mit ihnen in Berührung kommenden, Sedimentschlammmassen einwirkten, wie das Folgende zeigen wird.

Wie schon bei der Beschreibung sowohl der krystallinischen (§. 194) wie der klastischen (§. 216) Diabasite gezeigt worden ist, so produciren alle diese Gesteine bei ihrer Verwitterung und Zersetzung aus ihrem Gehalte

von Kalknatronfeldspath: kohlensauren Kalk, freie Kieselsäure und etwas Thon; außerdem auch kieselsaures Natron;

von Metachlorit (d. i. dem die Diabasite grünfärbenden Mittel): Eisenoxyd und freie Kieselsäure;

von Augit: kohlensauren Kalk, kohlensaure Magnesia, kohlensaures Eisenoxydul und durch dieses letztere Eisenoxydhydrat und Eisenoxyd, aber auch freie Kieselsäure und etwas Thon;

wozu dann noch der fast nie fehlende Gehalt von Magneteisenerz und Kalkspath kommt.

Durch alle diese Zersetzungsproducte werden nun hauptsächlich die submarinen Diabasgesteine, — und vorzüglich die leicht verwitterbaren, schon aus halb zersetzten, fein zertheilten Gemengtheilen bestehenden, Diabastuffe — zu Hauptbildungsmitteln zunächst von Kalkstein, Dolomit, Braun-, Roth- und Magneteisenerz und Kieselgestein (Quarzit, Kieselschiefer und Hornstein), sodann aber auch durch innige Mengung aller dieser Zersetzungsproducte mit den sie umgebenden Schlammmassen des Oceans zu Erzeugungsmaterialien der Schalsteine, sowie auch der meisten

kieseligen, thonigen, mergeligen und eisenschüssigen Schieferthone, Mergel- §. 321.
schiefer, Sandsteine, Conglomerate — kurz aller der geschichteten Gesteins-
ablagerungen, wie sie fast in jedem Devongebiete in der nächsten Umgebung
der Diabasgesteine auftreten.

Für die eben mitgetheilten Ansichten über die Entstehung der Eisenerz-, Kalkstein-, Quarzit- und Kieselschieferlager u. s. w. spricht das so vielfach beobachtete Zusammenvorkommen derselben mit Diabasgesteins-Ablagerungen und vorzüglich mit klastischen, zum Theil selbst schon aus der Zerstörung von krystallinischen Diabasen hervorgegangenen und selbst in Zersetzung begriffenen, Diabasgebilden, so namentlich mit Kalkdiabasen, Diabastuffen und Schalsteinen, wie folgende Belege zeigen werden:

1) Nach Naumann sind „dicht bei Plauen in Sachsen mehrere, zum Theil fossilreiche Kalksteinlager den dortigen Grünsteinbreccien und Tuffen eingeschaltet.“ Dasselbe ist der Fall mit mehreren bedeutenden Kalksteinstöcken, welche nördlich von Schleiz, zwischen Löhma und Stelzendorf, innerhalb der Grünsteinbreccie auftreten, oder mit den ausgedehnten Kalksteinlagern, welche überall und unmittelbar an der Grenze von Diabas-Ablagerungen von Schleiz über Saalburg bis gegen Lobenstein hin vorkommen. — Nach Stifft und Sandberger sind in Nassau die Kalkstein- und Dolomitlager überall treue Begleiter hauptsächlich der Schalsteine. Und ebenso zeigen sich nach v. Dechen in Westphalen die Kalksteine oft in unmittelbarer Berührung mit Diabasporphyren und Schalsteinen.
2) Wie schon im §. 317 erwähnt, kommen nach v. Dechen die zwischen Brilon und Giershagen in Westphalen befindlichen, ausgedehnten Rotheisenerzlagerstätten immer in der nächsten Umgebung der Grünsteinporphyre und zwar vorherrschend im Verbande mit Mandelsteinen und Schalsteinen vor. Dabei zeigt sich Kalkstein als ein treuer Begleiter der Eisenerzlager. Bemerkenswerth erscheint hierbei, daß in dem dichten, von Kalk durchzogenen Eisenerze auch dieselben Fossilien vorkommen, wie in dem sie begleitenden Kalksteine und daß das Eisenerz mit seinen Nebengesteinen (— Kalk, Schiefer und Diabasgesteinen —) oft so innig verwachsen ist, „daß eine Grenze zwischen ihnen nur schwer zu bestimmen ist und die Grünsteinporphyre und Schalsteine einen Theil der Eisenlager zu bilden scheinen“ (vgl. Karsten's und v. Dechen's Archiv Bd. XIX.). — In ähnlicher Weise zeigen sich nach Sandberger die Rotheisenerzlager mit Kalk und Quarz gemengt in der Gesellschaft von Schalsteinen bei Aumenau und Weilburg in Nassau. — Ebenso ist nach Hausmann am Harze das Rotheisenerz im Verbande mit Kalkstein ein treuer Begleiter des Diabases und Kalkaphanites, so namentlich in dem langen, von Osterode bis in den Harzburger Forst sich erstreckenden Grünsteinzug, dann bei Elbingerode, Rübeland und Hüttenrode.

§. 321. 3) Magneteisenerzlager kommen nach G. Rose am Ural fast stets im Verbande mit Augitporphyr vor, und nach Sandberger ist auch bei Odersbach in Nassau ein Magneteisenerzlager im Schalsteine vorhanden.

4) Nächst den Kalksteinen und Eisenerzen machen sich besonders die Kieselschiefer-Ablagerungen in der nächsten Umgebung der Diabasgesteine bemerklich, so z. B. nach Hausmann vielfach am Harze und nach Naumann im Zellaer Walde, zwischen Freiberg und Nossen, dann in der Umgebung Plauens, bei Pausa, Mühltruff und Tanna, ebenso in der Gegend von Lobenstein, Saalburg, Schleiz, Zeulenrode bis nahe an Weyda. — Es ist nicht unwahrscheinlich, daß die bei der Zersetzung diabasitischer Massen frei werdende Kieselsäure schon für sich allein, noch mehr aber dadurch, daß sie in überschüssiger Menge von Thon oder Thonschieferschlamm aufgesogen wurde, diesen dann bei seiner Erhärtung in Kieselschiefer umwandelte.

Es ist im Vorstehenden kurz angegeben worden, welche Ablagerungen der Grauwacke-Thonschieferformationen, und namentlich des Devons, durch die Zersetzungsproducte der Diabase, theils für sich allein, theils in mechanischer Mengung mit den sich niederschlagenden Schlammsubstanzen dieser Formationen entstanden sind oder sein können. Es haben indessen die Diabasgesteine, — vor allen die, in Gängen und Lagerstöcken die devonischen Ablagerungen durchsetzenden, krystallinisch-körnigen Abarten dieser Gesteine noch in anderer Weise auf alle diejenigen Grauwacke-Thonschiefer-Ablagerungen, welche mit ihnen in unmittelbarer Berührung oder in Contact standen, in der Weise eingewirkt, daß die Massen dieser Ablagerungen ganz oder theilweise krystallinisch wurden und nicht selten sogar den Charakter von wirklich pyrogenen Felsarten erhielten.

Zu diesen, schon theilweise im §. 318 erwähnten und unter dem Namen der metamorphosirten Contactgesteine bekannten, Felsarten gehören nach Lossen's sehr gründlichen Untersuchungen („Metamorphische Schichten ꝛc." in der Zeitschrift der deutsch. geol. Gesellsch. 1869, S. 281 u. ff.) außer manchen grünen Schiefern namentlich

1) die Hornschiefer (falsche Kieselschiefer, Hälleflinta z. Th. oder Felsitschiefer Naumann's), welche aus einer äußerst dichten, wesentlich unindividualisirten, flachmuschelig brechenden, hornartig splitterigen, weißgrauen, rauchgrauen bis schwarzgrauen, bisweilen gebänderten, sehr harten, stets parallelepipedisch zerklüfteten Masse besteht, welche sich bei der Verwitterung mit einer schneeweißen Rinde bedeckt. Von dieser typischen Entwickelung giebt es nun aber zahlreiche Abstufungen bis zum gewöhnlichen blauen Thonschiefer. — Auf dem Harze zeigt sich der Hornschiefer sehr charakteristisch entwickelt in der Gegend von Hasselfelde, Allrode und Ludwigshütte, überhaupt in der Umgebung der beiden

Diabaszüge nördlich und südlich von der großen Grauwackenaxe dieses Gebirges. §. 321.

2) Der Band- und Fleckschiefer Zincken's (Desmosite und Spilosite), welche nur Structurvarietäten eines und desselben Contactgesteines sind, in einander übergehen und unter dem Mikroskope deutlich ein flaserig-schiefriges, durch eine chloritische Substanz grüngefärbtes Gemenge von weißer feinkörniger Feldspathsubstanz und hell- oder gelbgrünen, schuppigen Glimmerflasern bemerken lassen. — In den Desmositen wechseln weiße oder röthlichweiße reinere Lagen dichter Feldspathsubstanz mit intensiv grünen Lagen; in den Spilositen aber ist Feldspathmasse mit der chloritischen Substanz in flecken- oder kugelartigen Concretionen von der Größe eines Hirsekorns bis zu der einer Linse in einer Grundmasse ausgeschieden. Sobald zahlreiche solche, vorherrschend dunkelgrüne Flecke in einander fließen, entstehen aus den Spilositen Desmosite. — Am Harze findet man an der Rapbode zwischen Rübeland und Hasselfelde Fleck- und Bandschiefer typisch entwickelt. Ueberhaupt aber zeigen sich auf diesem Gebirge die durchaus zusammenlagernden Fleck- und Bandschiefer in der Umgebung des Diabaslagerzugs nördlich von der großen Grauwackeaxe des Harzes.

3) Die Porphyroide, welche bei ihrer Ausbildung eine sehr dichte und harte, schwärzlichgraue oder hellgrünlichgraue, seltner violettbraune, parallelepipedisch zerklüftete, ungeschieferte Masse bilden, in welcher zahlreiche, häufig erbsengroße und bisweilen ganz krystallisch ausgebildete, meist dunkelblaugraue Quarzkörner und einzelne weiße Orthoklastäfelchen, sowie lauchgrüne oder hellgraugrüne Büschelchen von sehr kleinen Strahlsteinsäulchen liegen. Sie treten am Harze hauptsächlich in der Umgebung der Diabaslager zwischen Treseburg und Friedrichsbrunn auf. —

Von ihnen sagt Lossen in seiner vortrefflichen Beschreibung, welcher überhaupt die eben gegebenen Beschreibungen entnommen sind, auf S. 299: „Die dem Grünsteine unmittelbar aufliegende, kaum einen Fuß starke Schicht besteht nur aus der harten, dichten, grüngrauen Grundmasse ohne jegliche Ausscheidungen, abgerechnet ein paar Schwefelkieskryställchen. Dann folgt eine schmale Schichtenfolge der massigen und hierauf eine breitere der dickschiefrigen, porphyrartigen Gesteine, welche dann noch weiter sowohl Schieferung wie Schichtung kaum noch bemerken lassen. Alle diese in gleicher Lagerung aufeinander folgenden Gesteine sind nach ihrer petrographischen Ausbildung keineswegs scharf nach einzelnen Schichten geschieden, gehen vielmehr beständig durch vermittelnde Glieder ineinander über, so daß sie eine stetige, auf beiden Seiten nach dem Diabaslager hin in ihrer krystallinischen Ausbildung wachsende petrographische Reihe bilden. Dagegen ist die Grenze zwischen dem Diabas und den anstoßenden Gesteinen unvermittelt, wie in der Regel bei den Contactphänomenen an den Lagergängen des körnigen Diabas-Gabbro." —

§. 321. Die Entſtehungsweiſe aller dieſer merkwürdigen, metamorphiſchen Contactbildungen, — welche nicht nur am Harze, ſondern auch in dem Devongebiete Weſtphalens, Naſſaus und wahrſcheinlich in allen Grauwacke-Thonſchiefergebieten da, wo die Ablagerungen der echten Grauwacke und des echten Thonſchiefers mit Gängen und Lagerſtöcken namentlich des körnigen Diabaſes in Berührung ſtehen, vorhanden ſind — zu erklären, hat ſeine Schwierigkeit. Manche Geologen wollen ſie dadurch erklären, daß Zerſetzungs- und Auslaugungsproducte der Diabaſe durch Waſſer in die noch weiche und durchdringbare Maſſe der Grauwacke und des Thonſchiefers geführt und hier ſo innig mit den Maſſetheilchen der beiden letztgenannten Geſteine verbunden hätten, daß die Thonſchiefertheilchen in kryſtalliniſche Mineralien, z. B. in Feldſpath, Sericit, Strahlſtein, umgewandelt worden ſeien. In der That darf man wohl die Hauptmaſſe dieſer Contactgeſteine *eine von kryſtalliniſchen Beſtandtheilen durchdrungene Thonſchiefermaſſe nennen*. Nun ſind aber die oben genannten Contactgeſteine vorherrſchend kieſelſäurereich, während die Diabasmaſſe vorherrſchend baſiſch iſt. Dem gemäß könnte alſo die letztere die erſteren nicht mit ſoviel Kieſelſäure verſorgen, als dieſe zur Herſtellung ihrer Maſſe brauchten, wenn man nicht annehmen will, daß die Diabaſe vom Anfange an kieſelſäureüberreich waren und eben durch den Verluſt ihrer überſchüſſigen Kieſelſäure erſt baſenreich geworden ſind. Die Umwandlung des Augites der Diabaſe in Diallag, wie man in dem, — gewöhnlich in der Umgebung der Contactgeſteine auftretenden — Diabas-Gabbro bemerkt, ſpräche am Ende für dieſe Anſicht. — Andere Geologen nehmen dagegen an, daß lediglich die Hitze der die Thonſchiefer-Grauwackemaſſen durchſetzenden Diabasſchmelze die Umwandlung dieſer Maſſen vollbracht habe; dann müßten aber dieſe letzteren mehr gefrittet oder verglaſt erſcheinen; auch kann die Hitze allein den Kieſelſäurereichthum dieſer Maſſen nicht vermehren. Aus dieſem Grunde nehmen nun noch Andere an, daß mit den empordringenden Diabasſchmelzen zugleich auch Dämpfe von Kieſelſäure und kieſelſauren Alkalien emporgeſtiegen ſeien, welche ſich in dem erhitzten Meereswaſſer löſten und nun den noch weichen Grauwacke-Thonſchiefermaſſen einverleibt worden ſeien. Endlich nimmt man auch an, was vielleicht am wahrſcheinlichſten iſt, daß die Grauwacke-Thonſchiefermaſſen ſchon von vornherein aus einer von Kieſelſäure und kieſelſauren Alkalien durchdrungenen Thonſchieferſchlammmaſſe beſtanden hat, welche nun durch die Hitze der ſie ſpäter, — aber noch während ihres weichen Zuſtandes — durchſetzenden Diabasſchmelze angeregt wurde, mit den in ihr befindlichen Alkaliſilicaten kryſtalliniſche Mineralien zu bilden und hierdurch ſelbſt nun in ihrer ganzen Maſſe mehr oder weniger kryſtalliniſch wurde.

Außer den eben beſchriebenen mehr oder weniger kryſtalliniſchen metamorphiſchen Contactgeſteinen kommen aber in der Devonformation da, wo Diabaſe in Gängen die Maſſen derſelben durchſetzt haben, noch andere

Arten von Contactgesteinen vor, welche wirklich nur durch die Hitze der aufsteigenden Diabasschmelze erzeugt worden sind. Es sind dieses die namentlich durch Frittung oder Schmelzung von Thonschiefermassen entstandenen Porcellanite. Diese, bald dem Steingute oder Porcellane, bald dem gefritteten Thone oder dem Jaspis ähnlichen, lichtgrauen, rothen oder auch roth- und graugestreiften, Contactgebilde kommen nicht selten da vor, wo körniger Diabas, Gabbro oder Hypersthenfels den Thonschiefer durchsetzen, so am Harze, in Westphalen, in Nassau, bei Heisterberg im Kreise Wetzlar, im Voigtlande, in Oberfranken, Wales u. s. w.

Soviel über das Auftreten der Diabasgesteine. Ihnen ähnlich — auch in ihrem metamorphosirenden Einflusse auf die sie umgebenden Thonschiefer — zeigen sich in den Devongebieten vieler Länder, so namentlich am Harze, in Westphalen und in Nassau, die vielleicht erst aus der Umwandlung des Augites der Diabase in Diallag oder Hypersthen entstandenen Hyperitgesteine, namentlich Gabbro und Hypersthenfels. Auch in ihrer nächsten Umgebung treten häufig die oben erwähnten Porphyroide (z. B. bei Treseburg am Harz), Fleck- und Sericitschiefer, sowie die Porcellanite (z. B. in Westphalen und Nassau) auf. Außerdem aber besitzt namentlich der Gabbro in dem, (vielleicht aus seiner oder auch des Diabases Umwandlung hervorgegangenen), Serpentin einen treuen Gefährten sowohl am Harze wie in anderen Devongebieten.

Endlich kommen auch sowohl im Silur- wie im Devongebiete noch mächtig entwickelte Granitstöcke vor, so vor allen am Harze, wo die zwei gewaltigen Gebirgsstöcke des Brockens und Rambergs aus ihm aufgebaut erscheinen. Wie die Diabasgesteine, so hat auch der Granit bei der Durchbrechung der devonischen Gesteinsablagerungen mannichfach metamorphosirend auf die mit seinen Schmelzen in Berührung kommenden Devongesteine eingewirkt. Fleck-, Band- und Chiastolithenschiefer kommen ebenso in der Umgebung der Granitstöcke wie in der der Diabase vor. Am Harze aber macht sich vorzüglich der aus der Metamorphosirung der Grauwacke und des Grauwackeschiefers hervorgegangene Hornfels bemerklich. Dieses Contactgestein bildet fast rings um den granitischen Brocken herum eine Zone, welche in ihrer Entwickelung namentlich am Rehberger Graben bei Andreasberg sehr schön zu beobachten ist.

Erzgänge. — Außer den oben schon erwähnten Braun-, Roth- und Magneteisenerzablagerungen in der näheren Umgebung der Diabastuffe und Schalsteine erscheinen die Ablagerungen der Silur- und Devonformation mannichfach durchzogen von stärkeren und schwächeren Gängen und Gangstöcken mit Erzen verschiedener Art, vorzüglich aber mit Bleiglanz, Kupferkies, Kupfernickel, Nickelglanz, Manganerzen, Eisenspath und Zinnerz. §. 322.

Bemerkenswerth erscheint es, daß diese Erzgänge vorzüglich in der nächsten Umgebung von Granit-, Diabas- oder Felsitporphyr auftreten oder wenigstens da mächtiger und reicher an Erzen werden, wo sie durch Gänge namentlich des letztgenannten Eruptivgesteines setzen. Dieses ist z. B. der Fall bei den Kupfer- und Zinnerzgängen in Cornwall. —

Reich an Erzgängen verschiedener Art ist das Devongebiet des Rheinlandes und Nassau's. So zeigen sich Gänge mit Bleiglanz und anderen

Bleierzen bei Holzappel, mit Kupferkies bei Dillenburg, mit Kupferkies, Rothnickelkies und Nickelglanz bei Oberwald; alle aber überragt an Mächtigkeit der gewaltige, über 70 Fuß mächtige Eiſenſpathſtock bei Müſen im Siegenſchen.

b. Die Steinkohlen- oder carboniſche Formation.

(Formation houillère; carboniferous system).

§. 323. **Ablagerungsorte, Mächtigkeit und Bildungsmaſſen im Allgemeinen.** — Nach der Ablagerungszeit der devoniſchen Formation entwickelte ſich theils in den tief einſchneidenden Meeresbuchten, theils in den Meerestheilen am Rande ſowohl der Ur-, wie der Uebergangsformationen-Inſeln, theils auch an und in den damals ſchon exiſtirenden ſumpfigen Binnenſeen im Innern dieſer Inſeln eine Formation, welche in manchen Landesgebieten faſt nur aus Meeresablagerungen, in anderen in ihren unteren Lagen aus Meeresgebilden und in ihren oberen aus Sumpf-, Moor- und Süßwaſſerablagerungen, in noch anderen nur aus dieſen letzteren beſteht und in den meiſten Fällen, namentlich in ihrer oberen Etage, mehr oder minder zahlreiche und mächtige Ablagerungen von Steinkohlen und Anthracit umſchließt. Dieſe, bei vollſtändiger Entwickelung wohl über 22,000 Fuß (— 7000 Meter —) mächtig werdende und einerſeits über einer der Ur- oder Uebergangs- und andererſeits unter einer der Dyasformationen lagernde Formation wird wegen ihres Gehaltes an Steinkohlen die carboniſche oder Steinkohlenformation genannt.

Da, wo dieſe Formation unmittelbar auf einer der Uebergangsformationen, namentlich auf dem Devon, lagert und ſich in dem Bette des Oceans entwickelt hat, beſteht ſie in ihren unteren Lagen vorherrſchend noch aus Grauwackeſandſteinen, Thonſchiefern, Kieſelſchiefern und Kalkſteinen nebſt Dolomit, ſeltener aus Conglomeraten, alſo aus Meeresſedimenten, in ihren oberen Lagen aber aus Wechſellagerungen von gewöhnlich grauen Sandſteinen, ſchwarzgrauen Schieferthonen und Steinkohlenflötzen, alſo namentlich aus Sumpf- und Süßwaſſergebilden. Da aber, wo ſich die Steinkohlenformation im Bereiche von Süß- oder Binnenlandsgewäſſern entwickelt hat, da zeigt ſie gewöhnlich zuunterſt mächtige Bänke von meiſt polygenen Conglomeraten, welche nach oben in weiße, gelbe oder graue, thonige Sandſteine übergehen, die dann ihrerſeits wieder in Wechſellagerung mit grauen Schieferthonen und Steinkohlen ſtehen. Außerdem machen ſich nun noch in vielen Steinkohlengebieten, namentlich in der Umgebung der Steinkohlenflötze, mehr oder minder mächtige Ablagerungen von, meiſt knolligem, thonigem Sphäroſiderit oder auch von Kohleneiſenſtein bemerklich. — Von Eruptivgeſteinen treten in der Steinkohlenformation außer Diabas, Gabbro, Enſtatitfels und Hyperſthenit vorzüglich Felſitporphyre und hie und da auch die einer ſpäteren Bildungsperiode angehörigen Melaphyre und Trachyte auf.

§. 324. **Nähere Betrachtung der die Steinkohlenformation zuſammenſetzenden Geſteinsmaſſen.** — Das Bildungsmaterial, aus welchem ſich

die Hauptglieder der Steinkohlenformation entwickelten, entnahm die Natur §. 324.
zum großen Theile aus der Zertrümmerung oder theilweisen Lösung der schon vorhandenen Erdrindemassen, außerdem aber auch aus der Zermalmung der beim Beginne der Steinkohlenzeit in großen Mengen vorhandenen Korallencolonieen und Conchyliengehäuse und endlich auch aus der Verkohlung der während der Entwickelungszeit dieser Formation auf den Inseln und in deren Buchten üppig wuchernden Pflanzen. Dem zu Folge besteht die Steinkohlenformation:

a. aus klastischen Gesteinen, welche theilweise metamorphosirt und halbkrystallinisch erscheinen;
b. aus krystallinischen Gesteinen;
c. aus Kohlengesteinen.

a. Von den klastischen Gesteinen treten nun hauptsächlich da, wo die Steinkohlenformation unmittelbar auf der Devonformation lagert, an vielen Orten (z. B. in der Gegend von Glatz in Schlesien, am Harze, in Nassau und Westphalen, auch in Devonshire) über dieser letztgenannten Formation theils gleich über den devonischen Schiefergesteinen, theils über einer zwischenliegenden Kalksteinzone noch Ablagerungen von wirklicher Grauwacke, von Grauwacken-, Thon-, Alaun- und falschem Kieselschiefer, (d. i. von überschüssiger Kieselsäure durchdrungenem und Lydit, Hornstein oder Bandjaspis ähnlichem Thonschiefer), kurz von Gesteinsbildungen auf, welche man eben so gut noch zur Devonformation rechnen könnte, wenn nicht die Pflanzenüberreste und Thierversteinerungen, welche man in ihnen findet, sie als Glieder der Steinkohlenformation charakterisirten.

In Westphalen lagert nach v. Dechen östlich von Richrath unmittelbar über dem Kramenzel eine über 1200 Fuß mächtige Zone, welche aus einer Wechsellagerung von Thonschiefern, Kieselschiefern und dunkelgrauen, mehr oder weniger kieseligen Plattenkalksteinen besteht und hie und da Zwischenschichten von Grauwackesandstein umschließt. Diese merkwürdige, — vorherrschend aus Thonschiefern, Kieselschiefern und Plattensandsteinen bestehende, ihren Versteinerungen nach (z. B. durch Posidonomya Becheri und Goniatites striatus), als ein Aequivalent des Kohlenkalksteins zu betrachtende, aber (in England) hie und da auch Landpflanzen und Kohlennester umschließende —, Zone hat man die Culmformation genannt. Diese Formation ist auch in Nassau und am Harze vorhanden. — In manchem der Culmgebiete aber, z. B. in Irland, Flintshire, im Staate Tenessee und Ohio herrschen die hornstein- und jaspisähnlichen Kieselschiefergebilde vor den eigentlichen Thon- und Grauwackeschiefern vor.

Außer den Grauwacke-, Thonschiefer- und Kieferschiefergebilden machen sich unter den klastischen Gesteinsbildungen der Steinkohlenformation vorzüglich folgende bemerklich:

1) Conglomerate mit vorherrschend thonigem oder kieselig-thonigem, grauem, gelbem oder rothbraunem Bindemittel und groben oder

§. 324. kleinen Felstrümmern. Je nach der Art der in ihrer Maſſe vorhandenen Geſteinstrümmer unterſcheidet man unter ihnen *einfache*, welche nur Trümmer von einer Geſteinsart (— ſo namentlich von Quarz oder Kieſelſchiefer —), oder *gemengte* (polygene), welche zugleich Trümmer von verſchiedenen Geſteinen enthalten. Gewöhnlich ſtammen dieſe Trümmer von den Geſteinsmaſſen ihrer nächſten Umgebung ab; daher erſcheinen dieſe Conglomerate bisweilen in einem und demſelben Ablagerungsgebiete ihrem Trümmergehalte nach verſchiedenartig. Die größten und verſchiedenartigſten Gerölle, ſowie überhaupt ihre mächtigſte Entwickelung zeigen die hierher gehörigen Conglomerate vorzüglich in denjenigen Steinkohlengebieten, welche ſich ihrer ganzen Erſcheinung nach in ehemaligen Binnenſeen oder ſehr tief ins Land einſchneidenden Buſen gebildet haben; weit weniger entwickelt und mit kleinen, höchſtens eigroßen, faſt nur aus Kieſelgeſteinen beſtehenden, Geröllen dagegen erſcheinen die Conglomerate in den an ehemaligem Meeresſtrande entſtandenen Kohlengebieten. — Ihre oft gewaltigen Maſſen ſind gewöhnlich ſehr undeutlich geſchichtet und gehen in ihren oberen Regionen in grobe Sandſteine über, mit denen ſie auch nicht ſelten wechſellagern.

Die Conglomeratbildungen zeigen ſich vorherrſchend entwickelt in den Steinkohlengebieten ehemaliger Binnenſeen oder in den ſogenannten *limniſchen* Kohlenbecken. In der Regel bilden ſie das Grundgemäuer dieſer Kohlenbecken und zeigen dann bisweilen eine mehrere hundert Fuß mächtige Ablagerungsmaſſe, ſo z. B. bei Oslawan in Mähren, wo ihre Ablagerung 300 Fuß mächtig iſt; bisweilen fehlen ſie auch, ſo daß die Grundlage der ganzen Formation aus grobem Sandſteine beſteht. In dieſem letzten Falle kommt es aber auch vor, daß über dem Sandſteine noch eine Conglomeratablagerung erſcheint. Dieſes iſt nach *Naumann* z. B. der Fall in dem Kohlenbecken von Flöha in Sachſen, wo über dem Sandſteine eine an 200 Fuß mächtige Etage von grobem Gneißconglomerat folgt, über welcher dann wieder zunächſt eine Porphyrdecke und endlich nochmals eine obere Sandſteinetage lagert.

In den am Meeresſtrande und in weiten, offenen Meeresbuſen gebildeten (— ſogenannten *pelagiſchen* oder *paraliſchen* —) Steinkohlengebieten kommen ſeltener Conglomerate, und dann gewöhnlich Kieſelconglomerate mit nuß- bis eigroßen, abgerundeten Geröllen, vor, ſo in Weſtphalen, Belgien, England, Rußland am Donetz, Pennſylvanien u. ſ. w.

2) Wie ſchon angedeutet, ſo gehen die Conglomerate in ihren oberen Lagen allmählich in *Sandſteine* über; aber dieſe kommen auch ohne Conglomerate in mächtiger Entwickelung vor; ja ſie ſind in Gemeinſchaft mit Schieferthon das Hauptbildungsmaterial aller Steinkohlenformationen; weshalb man ſie auch geradezu *Kohlenſandſteine* (grès houiller) nennt. Gewöhnlich ſind ſie, namentlich in der näheren Umgebung der Kohlenflötze von beigemengten Kohlenſtäubchen, grau, oft aber auch weißlich oder gelblich, dagegen ſeltner roth (z. B. im Schlan-Rakonitzer Becken in Böhmen). Ihr Bindemittel iſt meiſt thonig, bisweilen aber auch ſo kieſelig, daß der Sandſtein quarzitartig wird. Die in demſelben liegenden, gewöhnlich kleinen, Steinkörner beſtehen vorherrſchend aus eckigem oder auch

krystallinischem Quarz und Feldspath, welch letzterer bisweilen in §. 324.
solcher Menge auftritt, daß namentlich bei kaolinischem Bindemittel der Sandstein arkoseartig wird. Zu diesen beiden Hauptgemengtheilen gesellt sich nun häufig auch so viel Glimmer, daß der Sandstein Anlage zum Schiefern und hierdurch Aehnlichkeit mit manchen schiefrigen Grauwacken erhält. Bisweilen wird sogar die Menge des Glimmers so groß, daß zumal bei sehr geringem Bindemittelgehalte ein, aus Glimmerschüppchenlagen und feinen Sandkörnchen bestehender und manchem Glimmerschiefer ähnlicher, Schiefer (sogenannter Sandsteinschiefer) entsteht. Endlich kommt es aber auch vor, daß in sehr Quarzkörner reichen Sandsteinen das Bindemittel ganz verschwindet, so daß nun eine fast bindungslose Sandlage hervortritt.

3) Durch Abnahme des Sandgehaltes und Zunahme des thonigen Bindemittels gehen die glimmerarmen Sandsteine in dichte und bald harte, bald mürbe und weiche Thonsteine, die glimmerhaltigen Sandsteine aber in grauen, grünen, braunen oder rothen Schieferthon über. Diese Schieferthone, welche in ihren ganz sandfreien und glimmerreichen Abarten vollkommen schiefrig sind und dann namentlich bei schwarzgrauer Färbung eigentlichen Thonschiefern ähnlich sehen, aber als Pulver sich schlämmen lassen und beim Anhauchen ammoniakalisch riechen, treten gewöhnlich mit den Sandsteinen in Wechsellagerung und gehen auch durch Aufnahme von Sand in dieselben über. Am entwickeltsten zeigen sie sich in der oberen Abtheilung der Steinkohlenformation, in welcher sie für sich allein oder auch im Verbande mit den Sandsteinen die Schichtenzonen zwischen den Steinkohlenflötzen bilden und sich aus dem ehemaligen morastigen Grund und Boden entwickelt haben, auf welchem die üppige Welt der Steinkohlenflora ihren Sitz hatte und durch dessen Schlammmassen zugleich die abgestorbenen Individuen dieser Flora verschüttet wurden. Aber eben aus diesem Grunde enthalten sie auch nicht nur die meisten deutlichen Abdrücke und verkohlten Ueberreste der ehemals auf ihrer Oberfläche vorhanden gewesenen Pflanzenarten, sondern auch ganz ähnlich, wie es noch gegenwärtig auf dem Grunde vieler Torfmoore der Fall ist, Ablagerungen von thonigem Sphärosiderit, welcher höchst wahrscheinlich eine, dem noch jetzt in Torfmooren entstehenden Sumpf- oder Morasterze analoge, Eisenbildung ist, sowie von mehr oder weniger zahlreichen Eisenkiesen, durch deren Verwitterung dann der Schieferthon in Alaunschiefer (z. B. bei Duttweiler unweit Saarbrücken) umgewandelt wird.

Bisweilen werden die Schieferthone durch Aufnahme von kohlensaurem Kalk mergelartig, so z. B. im Döhlener Becken bei Dresden; hie und da aber nehmen sie auch soviel kohlige Substanz und namentlich erdharzige Stoffe in sich auf, daß ihre Masse auf glühenden Kohlen mit stark rußender Flamme brennt und so einen wahren Brandschiefer darstellt.

Endlich darf auch nicht unerwähnt bleiben, daß in den unteren

§. 324. Etagen mancher Steinkohlengebiete (z. B. bei Pilsen in Böhmen, bei Charlottenbrunn in Niederschlesien und bei Lugau in Sachsen) ein wahrer fetter Thon oder auch ein sandiger Letten von gewöhnlich blaugrauer oder auch weißer Farbe die Stelle des Schieferthones vertritt.

b. Von den aus wässerigen Lösungen entstandenen und meist krystallinischen Ablagerungen treten besonders hervor Kalkstein, Dolomit, Gyps und thoniger Sphärosiderit.

1) Vom Kalksteine machen sich je nach Gefüge, Vorkommen und Fossilien zwei Arten bemerklich, nemlich Pelagocalcit oder Meereskalkstein und der Limnocalcit oder Süßwasserkalkstein.

α. Der Meereskalkstein (Kohlenkalkstein oder Bergkalkstein; carboniferous oder mountain limestone, zum Theil auch metalliferous limestone; calcaire houiller) ist undeutlich bis deutlich krystallinisch, bisweilen auch oolithisch (z. B. im Rheingebiete zwischen Ratingen und Hefel und bei Stolberg unweit Aachen); vorherrschend bläulich- oder rauchgrau, bisweilen aber auch roth (z. B. bei Bristol) oder sogar weiß und kreideähnlich (z. B. bei Moskau); oft bituminös und dann beim Reiben stinkend; nicht selten auch dolomitisch oder so von Kieselsäure durchdrungen, daß er am Stahle funkt und in seiner Masse knollen- oder lagenförmige Ausscheidungen von Hornstein und Kieselschiefer zeigt. Am meisten aber erscheint er charakterisirt durch die in seinen Massen oft zahlreich vorhandenen Versteinerungen von Meeresthieren, unter denen namentlich Korallen, Krinoïden, Arten von Productus und Spirifer hervortreten und namentlich die, in Kalkspath umgewandelten, Stielglieder von Krinoiden oft in so gewaltiger Menge vorhanden sind, daß ganze Schichten des Kalksteins fast nur aus ihnen zu bestehen scheinen und in Folge dessen ein krystallinisch-spathiges Gefüge zeigen (— im sogenannten Enkrinitenkalke —).

In der Regel erscheint dieser Kohlenkalkstein in deutliche, — entweder unmittelbar auf einander liegende oder auch durch mehr oder minder mächtige Zwischenschichten von Schieferthon, Thonschiefer, kieseligem Schiefer oder auch Sandsteinen von einander getrennte —, Schichten abgetheilt; und oft auch treten in seinen, häufig wahrhaft kolossal entwickelten und mannichfach zerklüfteten und von klippigen Felsriffen gekrönten, Ablagerungsmassen zahlreiche und umfangreiche Höhlen (so z. B. die gewaltige Mammuthhöhle in Kentucki und die Ingleborough-Höhle bei Bristol) und Erdfälle auf. Durch die zwischen seinen Schichten lagernden, oft sehr mächtigen, Ablagerungen von schwarzem Schiefer, grauem oder auch braunem Sandstein und hie und da auch von Dolomit (z. B. in Belgien) wird die Gesammtablagerung des Kohlenkalkes oft in mehrere Etagen abgetheilt, von denen die mittlere gewöhnlich aus den eben genannten Zwischenschichten besteht. Manchmal werden diese Zwischenschichten aber auch so

mächtig, daß sie den Kohlenkalkstein fast ganz verdrängen und §. 324.
derselbe nur noch in mehr oder minder dünnen Lagen oder auch geradezu in untergeordneten Lagern zwischen ihnen auftritt z. B. in Oberfranken bei Trogenau und Regnitzlosau, oder in Schlesien bei Silberberg und Altwasser. Diese Zurückdrängung des Kohlenkalksteins zwischen Thon-, Kieselschiefer und Sandstein findet vorzüglich nach den Uferregionen der marinen Steinkohlenbassins hin statt und zeigt sich unter anderen in der sogenannten Culmformation. In dieser erscheint der eigentliche Kohlenkalkstein als Culm- oder Plattenkalkstein, welcher plattenförmig, dünnschichtig, bisweilen fast schiefrig, dunkelgrau bis grauschwarz, oft bituminös ist, hie und da einzelne Meeresthierreste, so namentlich Posidonomya Becheri, Orthoceras striolaris und Goniatites crenistria, einschließt und in Westphalen, in Nassau, Devonshire ꝛc. in steter Wechsellagerung mit den sogenannten Culmschichten (Thon-, Alaun- und Kieselschiefer) vorkommt und die Stelle des Kohlenkalkes vertritt.

Sowohl der eigentliche Kohlenkalkstein, wie der Plattenkalkstein sind ihren Fossilien und Lagerungsverhältnissen nach als echte Meeressedimente zu betrachten, kommen daher nur in der unteren Abtheilung der pelagischen Steinkohlenformation vor und haben ihre Lagerstätte vorzüglich nach dem inneren Rande der großen Meeresmulden dieser Formation zu, z. B. in dem ehemaligen rheinisch-belgischen Meeresbusen. In der Regel bildet der Kohlenkalkstein die tiefste Etage der ganzen Steinkohlenformation und nur in einzelnen Gebieten, z. B. bei Bristol, in Schottland und in Irland lagert er theils auf Schieferthonen, theils auf Sandstein (calciferous sandstone oder yellow sandstone). Seine Mächtigkeit steigt von 500 bis 2000 Fuß und seine Ausdehnung beträgt in manchen Gebieten (z. B. in Irland, wo er auch ebenso wie im Innern Rußlands für sich ganz allein die Steinkohlenformation zusammensetzt) über 1000 Quadratmeilen.

β. Der Süßwasserkalkstein oder Limnocalcit, ein in der Regel dichter, dunkelrauchgrauer bis schwarzer, häufig bituminöser, an Versteinerungen meist armer und namentlich Süßwasser-Conchylien (z. B. Cyclas und Cypris) umschließender, bisweilen aber auch Hornsteinknollen enthaltender, Kalkstein, tritt zwar vorherrschend in den oberen und limnischen Steinkohlengebieten in dünnen Schichten auf, findet sich aber auch lagerweise hie und da sowohl in der oberen wie in der unteren Abtheilung der pelagischen Steinkohlenformation, z. B. in Shropshire und bei Edinburg in Burdichouse.

2) Mit dem Kalksteine im Verbande zeigt sich nicht selten auch wirklicher krystallinischer Dolomit, wie denn auch schon der Kohlenkalkstein selbst oft magnesiahaltig ist. Außerdem hat man auch noch hie und da Gyps- und Anhydritlager in Begleitung von Mergeln gefunden. Da nun auch in manchen Steinkohlengebieten Salz-

§. 324. quellen hervorsprudeln, so ist wohl auch anzunehmen, daß in der Begleitung der letztgenannten Ablagerungsmassen Steinsalzlager vorhanden sind.

In dem Gebiete des großen nordamerikanischen Steinkohlenbassins sind zahlreiche Salzquellen, von denen viele reich an Petroleum sind, erbohrt worden; ob dieselben aber gerade aus der Steinkohlenformation oder aus dem unter derselben lagernden Devon abstammen, das ist noch nicht vollständig erwiesen. Ebenso kommen in dem Kohlengebiete von Bristol und Ashby de la Zouch in Leicestershire Salzquellen vor, welche aber nach Einigen aus dem Steinsalze des Zechsteins hervortreten sollen. — Aber die Salzquellen von Sulzbach bei Saarbrücken, von Löbejün bei Halle und Zwickau in Sachsen gehören dem Steinkohlengebiete an.

3) In den, zwischen den Steinkohlenflötzen, und namentlich in den, unmittelbar über jedem Flötze lagernden, Schieferthonschichten kommen in vielen Steinkohlengebieten parallel ziehende Lagen theils von isolirt neben einander liegenden, kleineren oder bis mehrere Fuß großen, bald eirunden, bald nierenförmigen, seltener kugelrunden Knollen von thonigem Sphärosiderit, theils von zusammenhängenden, gewöhnlich nicht mächtigen, thonigen Brauneisenerzmassen vor.

Von ganz besonderem Interesse sind die Knollen des Sphärosiderites. Diese eigenthümlichen Gebilde, welche schon theils in der Gesteinsbeschreibung §. 147, theils in der Mineralogie S. 501 im §. 429 und S. 504 im §. 429 ihrer Beschaffenheit und Entstehungsweise nach näher beschrieben worden sind, bestehen ursprünglich aus thonigen Knollen, welche sich so voll gelösten doppelt-kohlensauren oder auch quellsauren Eisenoxydules gesogen hatten, daß nicht nur ihre Thonmasse ganz durchdrungen war von diesem Eisensalze, sondern auch noch soviel von demselben übrig blieb, daß es innerhalb der Knollen für sich allein krystallische Drusen und Gruppen bilden und auch die Austrocknungsspalten ausfüllen konnte. Gegenwärtig erscheinen nun diese Knollen, deren Bildungsweise nach §. 70 S. 221 u. ff. wirklich sehr viel Aehnliches mit der Entstehung der noch gegenwärtig auf dem Grunde von Mooren, Sumpfböden, schlammigen Seen sich entwickelnden Limonitknollen (— sogenanntem Klump —) hat, äußerlich abgerundet, innerlich aber entweder ganz dicht oder, wie es bei thonreichen Concretionen fast immer bei ihrer Austrocknung geschieht, theils von einer Centralhöhlung aus strahlig, theils auch netzförmig zerborsten und dann in den hierdurch entstandenen Spalten mit Eisenspath oder auch mit Kalkspath, Braunspath, Zinkblende, Eisenkies, Kupferkies und Bleiglanz erfüllt. Häufig aber befindet sich in ihrem Innern auch ein Pflanzen- oder Fischabdruck, oder auch das Skelett eines Fisches oder auch wohl eines Reptiles, in welchem Falle sie sich dann leicht in der Richtung ihrer Mittelebene zerspalten lassen. — Sie liegen entweder reihenförmig hinter einander oder lagen-

weiſe neben einander und oft ſo dicht an einander gedrängt in den Schieferthonſchichten, daß ſie zuletzt ſcheinbar in einander fließen und ſo zuſammenhängende Lager bilden. Sowohl aus dieſen Lagern wie aus den einzelnen Knollen entſteht mit der Zeit durch Oxydation thoniges Brauneiſenerz. §. 324.

Vorzüglich reich an thonigem Sphäroſiderit iſt das Saarbrücker Steinkohlengebirge; in dem Kohlengebiete zwiſchen Ottenweiler, Saarbrücken und Saarlouis kommen wohl einige hundert Nierenflötze vor. Die Mächtigkeit der einzelnen Flötze beträgt gewöhnlich 2—5 Zoll, aber bei Decazeville im Departement Aveyron kommt ein Sphäroſideritlager von 1—4 Meter Mächtigkeit vor. — In manchen Steinkohlengebieten dagegen, z. B. bei Newcaſtle in England, ſcheinen ſie ganz zu fehlen.

Außer dem thonigen Sphäroſiderite zeigen ſich in manchen Steinkohlengebieten auch mehr oder minder ausgedehnte Lager von Kohleneiſenſtein (Blackband), d. i. von einem dickſchiefrigen, ſchwarzen Eiſenſteine, welcher aus einem Gemenge von Eiſenſpath mit 12 bis 36 Procent Steinkohle und Thon beſteht, z. B. bei Bochum in Weſtphalen.

c. Vorherrſchend in der oberen Abtheilung der Steinkohlenformation befinden ſich zwiſchen den Sandſtein- und Schieferthonſchichten und in ſich häufig wiederholender Wechſellagerung namentlich mit dem letztgenannten dieſer beiden Hauptglieder der oberen oder ſogenannten productiven Kohlenformation die Flötze der Steinkohle und des Anthracites. Dieſe beiden Arten der mineralähnlichen Kohle, — über deren Eigenſchaften und Bildungsweiſe ſchon in der I. Abtheilung dieſes Werkes §. 796 S. 903 und §. 798 und §. 799 S. 705 und 706, ſowie im §. 67 S. 218 und in der Geſteinsbeſchreibung dieſer Abtheilung §. 297 S. 755 das Nähere mitgetheilt worden iſt, — ſind nach allem ſchon früher Mitgetheilten die letzten Zerſetzungsproducte abgeſtorbener Pflanzen, welche ſich unter dem Drucke von über ihnen befindlichen Waſſer- oder Schlammmaſſen zerſetzten und hierbei ſoviel Wärme producirten, daß ſie unter Entwickelung hauptſächlich von Kohlenwaſſerſtoffverbindungen in Kohle umgewandelt wurden.

1) Ueber die Verſchiedenheit der Kohlenqualität in einem und demſelben Lager. — Im §. 62 S. 207 und §. 63 S. 209 wurde ſchon mitgetheilt, daß bei der Umwandlung von größeren Binnenſeen in Torfmoore im erſten Stadium der Seeausfüllung zuerſt Conferven und Algen, ſodann hochhalmige Waſſergräſer (Calamagrostis), Schilfrohre (Typha), Waſſerlilien, Kalmus u. ſ. w.; im zweiten Stadium ſchwimmende Waſſerpflanzen (Myriophyllum, Callitriche, Tanacetum); im dritten Stadium Igelskolben (Sparganium), Schachtelhalmen (Equisetum), Pfeilkraut (Sagittaria), Binſen (Scirpus und Juncus) u. ſ. w.; im letzten Stadium der Ausfüllung endlich Ried- und Wollgräſer (Carex und Eriophorum) und ſaure Wieſengräſer ſich anſiedelten; — und daß der aus dieſen verſchiedenen Gewächſen entſtehende Torf verſchieden reich an erd-

§. 324. harzigen Substanzen ist, so daß man in einem solchen Torfmoore von oben nach unten so viele verschiedene Torfarten findet, als eben Lagen von verschiedenen, torfbildenden Gewächsarten vorhanden sind. Da man nun annehmen darf, daß die Ausfüllung der ehemaligen Steinkohlen-Wasserbassins in ganz ähnlicher Weise, nur aus anderen Pflanzenfamilien, stattgefunden hat, wie in der Gegenwart die der Binnenseen und verschlammenden Seebusen, und daß dem gemäß in dem ersten Stadium der Steinkohlenseen-Ausfüllung andere Gewächse, im zweiten wieder andere und so nach und nach im Zeitverlaufe in dem Grade, wie sich diese Seebecken mit Mineral- und Kohlenschlamm von ihren Ufern aus ausfüllten, immer neue Pflanzenarten auftraten, so wird schon durch diesen Wechsel der Kohlensee-Flora in den nach einander folgenden Ausfüllungsstadien eine Verschiedenartigkeit der Steinkohlen nicht bloß von oben nach unten, sondern auch von den Seitenrändern nach dem Centrum der Steinkohlenbassins hin hervorgebracht. Dazu kommt nun, daß die blattartigen Theile der Steinkohlenpflanzen andere Kohlenarten (magere und sandige Kohlen, Faser-, Blätter- und Schieferkohlen) liefern mußten, als die Stammtheile dieser Pflanzen, und daß unter diesen letzteren die Gerbstoff, Harze, Wachse, Balsame haltigen Pflanzenstämme (wie z. B. wahrscheinlich die Sigillarien, Lepidodendren und Coniferen) eine fettere, bitumenreichere Kohle zu produciren vermochten als die an den genannten Stoffen ärmeren, aber an Kieselsäure reicheren Calamarien und Farne.

Es können nun aber in einem und demselben Kohlenflötze, trotzdem daß dasselbe aus einen und denselben Pflanzenarten gebildet worden ist, doch zugleich fette und magere Kohlen, bitumenreiche Steinkohle und auch bitumenleerer Anthracit, vorkommen. Diese Erscheinung hat ihren Grund hauptsächlich in der Beschaffenheit des Bildungsraumes eines solchen Kohlenflötzes. Wurden nemlich die verkohlenden Pflanzenmassen sehr bald von einer starken, dicht sich über ihnen ausbreitenden, Thonschlammmasse so nach allen Seiten hin abgeschlossen, daß die bei ihrer Verkohlung sich entwickelnden, gasförmigen Kohlenwasserstoffsubstanzen nicht entweichen konnten, sondern durch die, von oben her auf die verkohlenden Pflanzenreste drückende, Schlammdecke zusammengehalten und in die verkohlende Masse selbst wieder hineingepreßt wurden, so entstanden hierdurch die echten bituminösen Steinkohlen. Konnte dagegen die auf den verkohlenden Pflanzenmassen lagernde Decke die bei dem Verkohlungsprocesse entstehenden Kohlenwasserstoffverbindungen nicht zurückhalten, was namentlich der Fall war, wenn sie stark von Spalten und Klüften durchzogen wurden oder durch Verdrückungen und Hebungen eine solche Stellung bekommen hatte, daß die aus den verkohlenden Pflanzen sich entwickelnden Gase entweichen konnten, dann blieb von der Verkohlungsmasse nichts weiter übrig als eine bitumenlose, fast oder ganz aus reiner Kohle bestehende Masse, d. h. Anthracit. Durch diese Erklärung der Entstehungsweise des Anthracites läßt es sich erklären,

warum, wie z. B. in den Weststaaten Nordamerikas, wo die Kohlen- §. 324.
flötze ganz wagerecht und ungestört liegen, dieselben sehr bitumenreiche Kohlen, dagegen in dem Gebiete der Alleghanykette, wo die Schieferthone und die Kohlenflötze stark gefaltet und aufgerichtet stehen, reine Anthracite enthalten, warum ferner ein und dasselbe Kohlenflötz da, wo seine Schieferthonlage eine zusammenhängende, wagerecht oder nur sanft concav abgelagerte Masse bildet, bitumenreiche, und da, wo diese Lage klüftig und aufgerichtet ist, anthracitische Kohle besitzt, warum endlich so oft in einem tiefbeckenförmig abgelagerten Kohlenflötze an den zu Tage ausgehenden gehobenen Rändern desselben Anthracit herrscht, welcher nach der Tiefe des Beckens hin allmählich in bitumenreiche Steinkohle übergeht. — Indessen kommt es auch vor, daß in manchen Steinkohlenbassins Steinkohlenflötze mit Anthracitflötzen wechsellagern, oder daß (z. B. bei Lüttich und Mons) die oberen Flötze sehr fette, die unteren aber sehr magere, anthracitische Kohlen enthalten. In diesem Falle ist wohl anzunehmen, daß die untersten und ältesten Kohlenflötze entweder aus Pflanzen entstanden sind, welche wegen ihrer Armuth an harzigen oder wachsartigen Säften nur magere Kohlen produciren konnten, oder im Zeitverlaufe allmählich ihren Bitumengehalt verloren haben, was nicht unwahrscheinlich ist, da jede fette Steinkohle durch starken Druck und zugleich stattfindende höhere Temperatur ihr Bitumen flüchtig werden läßt, — oder endlich auch schon anthracitisch geworden waren, ehe sich noch neue Kohlenflötze auf ihnen ablagern und entwickeln konnten.

2) *Fremdartige Beimengungen.* — Die einzelnen Steinkohlen- und Anthracitflötze enthalten nicht selten mehr oder weniger *Beimengungen von Schwefelerzen*, (— so vor allen von Eisenkies (Pyrit), Kupferkies, Bleiglanz und Zinkblende —), welche wahrscheinlich aus schwefelsauren Salzen (Vitriolen) dadurch entstanden sind, daß die Lösungen dieser Salze durch die Kohlenmassen, welche sie durchdrangen, desoxydirt wurden. Außerdem kommen auch nicht selten *Drusen und Concretionen von Kalk-, Braun-, Gyps-, Schwer- und Eisenspath* vorzüglich auf den Rissen und Spalten in den Massen der Steinkohlen vor; und endlich hat man auch schon oft Lagen und Knollen von *schwarzem Hornstein* oder *Kieselschiefer* (— sogenanntem Schwöl oder Brand z. B. bei Manebach am Thüringer Walde —) in den Steinkohlenflötzen beobachtet.

3) *Gliederung der einzelnen Steinkohlenflötze.* — Obwohl es auch Steinkohlenflötze giebt, welche in ihrer ganzen Mächtigkeit eine einzige, ungetheilte Kohlenmasse bilden, so kommt es doch viel häufiger vor, daß das einzelne Kohlenflötz seiner ganzen Ausdehnung nach durch mehr oder weniger parallel ziehende, in der Regel dünne, 2 bis 24 Linien dicke, weiße oder graue, Lagen (— Schiefen —) von Letten, Schieferthon, Brandschiefer oder auch feinkörnigem Sandstein durchzogen und durch dieselben in mehrere Bänke abgetheilt

wird. Nicht ſelten erlangen dieſe einzelnen Schären im weiteren Verlaufe eine ſolche Dicke, daß ſie geradezu das von ihnen durchzogene Flötz in zwei oder mehrere ganz verſchiedene Flötze zertrennen. Dieſes iſt z. B. nach Schmidt der Fall bei dem Saarbrücker Kohlengebirge im Großwalde, wo ein 8 Fuß mächtiges Kohlenflötz durch ſolche 2 Fuß mächtige Schieferthon-Schären nach und nach in mehrere ſchmale Kohlenflötze aus einander getrieben erſcheint.

4) Zahl und Mächtigkeit der Kohlenflötze in einem Baſſin. — Im Ganzen genommen kommen gewöhnlich in einem Kohlenbaſſin mehrere Kohlenflötze vor, welche durch Schieferthonzwiſchenſchichten von einander getrennt werden. Indeſſen iſt ihre Anzahl in den einzelnen Steinkohlengebieten ſehr verſchieden und ſteigt von 3 bis zu mehreren 100 Flötzen. So befinden ſich im Döhlener Baſſin bei Dresden 4, im Baſſin von Zwickau 9—10, bei Waldenburg in Schleſien 20, im Saargebiete (Ottweiler-Duttweiler) 82—88, (bei St. Ingbert 59 und bei Duttweiler 41 bauwürdige und 52 unbauwürdige), im Ruhrgebiete 74 bis 76 Flötze. Im Pfälzer-Saarbrücker Kohlenbaſſin kommen zwiſchen Bettingen und Tholey ſogar 164 Flötze vor.

Eben ſo verſchieden wie die Zahl iſt auch die Mächtigkeit der einzelnen Kohlenflötze. In den meiſten ſehr flötzreichen Gebieten beträgt die mittlere Mächtigkeit der einzelnen Flötze 2—4 Fuß; es kommen aber auch Flötze (– und namentlich in den limniſchen Kohlenbaſſins —) von 100 und mehr Fuß Mächtigkeit vor. Nicht ſelten zeigt auch ein einzelnes Flötz im Verlaufe ſeiner Ausdehnung verſchiedene Mächtigkeit; am meiſten aber kommt es vor, daß ein Flötz nach ſeinen Steinrändern hin an Mächtigkeit immer mehr abnimmt und zuletzt ganz auskeilt.

Bemerkung: Ueber alle dieſe Verhältniſſe erhält man die beſte Auskunft in dem vortrefflichen Werke von Dechen's: „Die nutzbaren Mineralien und Gebirgsarten im deutſchen Reiche. Berlin bei G. Reimer 1873“ von S. 263 bis 412.

§. 325. **Ablagerungsgebiete, Gliederfolge, Lagerungsverhältniſſe und Ablagerungsformen der Steinkohlenformation.** — Die weiten, offenen Meeresbuſen, welche ſich zwiſchen den Ur- und Uebergangsgebirgsinſeln ausbreiten, die tief einſchneidenden, nach ihrem Hintergrunde ſich verengernden, mit Schlammwaſſer erfüllten Buchten am Rande dieſer Inſeln oder auch die auf der Oberfläche dieſer letzteren gelegenen Binnenſeen und tiefen Moraſtbecken bildeten die Ablagerungsgebiete für einzelne oder alle Ablagerungsmaſſen der Steinkohlenformation. Der Grund und Boden, auf welchem ſich die Maſſen dieſer Formation abſetzten, beſtand demnach theils aus der Devonformation, ſo in den weiten, offenen Meeresbuſen, theils aus dem Silur, theils auch aus dem Urgneiß, ſo in den tiefen Buchten der aus dem Meere hervorragenden Landesinſeln, theils endlich aus den Gliedern der Urformation oder aus Granit, Syenit und Diorit, ſo in den Binnenſeen auf der Oberfläche der Inſeln. Hiernach mußten denn nun auch die Beſtandesmaſſen der Steinkohlenformation ganz oder theilweiſe verſchieden ſein.

a. Die in den weiten Meeresbusen sich entwickelnden Steinkohlen-Ablagerungen erhielten ihr Bildungsmaterial wenigstens im Anfange theils von den Gliedern der Grauwacke-Thonschieferformation, theils aus der Zerstörung einer beim Beginne der carbonischen Bildungszeit außerordentlich großartigen Welt von Korallen, Krinoiden und Meeresschalthieren. Sie mußten daher auch vorherrschend zweierlei Hauptablagerungsmassen erhalten: §. 325.

1) Im offenen Meere, in einiger Entfernung von den Küsten der Inseln, bauten die Korallenpolypen auf dem festen devonischen Meeresgrunde ihre Colonien auf, zwischen denen sich dann Krinoiden, Cephalopoden, Brachiopoden und andere Meeresschalthiere in großer Menge und Mannichfaltigkeit niederließen. Aus der Zertrümmerung oder Lösung ihrer Gehäuse entstanden die Massen des Kohlenkalksteines, welche nun in mächtiger Entwickelung die unterste Etage der Steinkohlenformation bildeten. Da, wo sich dieselben den Gestaden der Inseln näherten, lieferten sie durch ihre geschlämmten Massen das Material zum Plattenkalk des Culms; da aber wurden auch die Meeresräume zwischen ihnen und den Inselgestaden allmählich theils vom Culm, theils von dem über diesem lagernden flötzleeren Sandsteine so ausgefüllt, daß auch die weiter sich bildenden Ablagerungen über den Massen des Kohlenkalkes sich ausbreiten und hierdurch die Sohle bilden konnten, auf welcher sich nach und nach die Glieder der oberen Steinkohlenformation absetzten, wenn anders nicht die Riffe des Kohlenkalksteines schon vor der Entwickelung des flötzleeren Sandsteines und der oberen Steinkohlengebilde durch Hebung bleibend über den Meeresspiegel emporgetrieben worden waren.

2) In den seichteren Buchten am Rande der Uebergangsinseln Conglomerate mit Trümmern von Grauwacken, Thon- und Kieselschiefern, Gneißen und Diabasen. Diese Conglomerate bildeten das Fundament, auf welchem sich dann abwechselnde Schichten von grauen Sandsteinen, Thon- und Kieselschiefern nebst Zwischenschichten von Plattenkalk, — kurz die Schichten des sogenannten Culm absetzten, welche nun durch weitere Zuschlämmung hauptsächlich von Gesteinsschutt der angrenzenden Inseln zunächst von einem mehr oder minder mächtig entwickelten Sandstein (dem sogenannten flötzleeren Sandsteine, millstone-grit) und Schieferthone überdeckt wurden, über welchem sich dann endlich die oberen oder eigentlichen Glieder der Steinkohlenformation, nemlich die grauen Schieferthone im Wechsel mit Steinkohlenflötzen ablagerten.

b. Die tief in den Rand der Inseln einschneidenden, schmalen Buchten, sowie die auf der Oberfläche der Inseln lagernden Binnenseen erhielten das Bildungsmaterial für die Steinkohlen-Ablagerungen vorherrschend durch die Zertrümmerungs- und Schlämmmungsproducte der sie einschließenden Landesmassen oder auch durch die in sie ein-

§. 325. mündenden Fließwaſſer. Sie beſtehen daher vorherrſchend aus polygenen, meiſt braunrothen, Conglomeraten und über dieſen aus vielfachen Wechſellagerungen von grauen, ſeltener rothen, Sandſteinen, Schieferthonen und Steinkohlen. Kalkſteine ſind ihnen in der Regel fremd oder kommen doch nur lagerweiſe zwiſchen ihren Schieferthonſchichten vor.

Nach allem eben Mitgetheilten hat man demnach ſowohl nach ihren Lagerorten, wie auch nach ihren Ablagerungsmaſſen und ihren Organismenreſten zu unterſcheiden:

a. eine marine, pelagiſche oder paraliſche Steinkohlenformation, welche die weiten Meeresbecken oder offenen Buſen ausfüllt, große, weit ausgedehnte Landesgebiete einnimmt und in der Regel keine groben polygenen Conglomerate enthält, ſondern von unten nach oben:

a. im offenen Meere		b. in der Nähe der Inſeln
entweder nur aus Kohlenkalkſtein	oder 1) aus Kohlenkalkſtein, 2) flötzleerem Sandſtein, 3) Wechſel aus Sandſtein, Schieferthon und Steinkohlen	1) aus feinkörnigem, einfachem Conglomerat, 2) aus den Culmſchichten, 3) aus flötzleerem Sandſtein, 4) Wechſel aus Schieferthon und Steinkohlen (endlich zuoberſt oft aus grauem oder rothem Sandſtein)

beſteht;

b. eine limniſche Steinkohlenformation, welche die, von Flüſſen geſpeiſten, ſchmalen, tief einſchneidenden, Randbuchten oder die Binnenſeen der Inſeln ausfüllt, gewöhnlich keine weit ausgedehnten Landesgebiete einnimmt und ſehr häufig grobe, polygene, rothe Conglomerate zur Unterlage hat. Sie beſteht von unten nach oben

a. in den Buchten	b. in den Binnenſeen
1) aus grobem Conglomerate und Sandſtein, 2) aus flötzleerem Sandſtein, 3) aus Wechſel von Sandſteinen, Schieferthonen und Steinkohlen (zuoberſt oft noch aus Sandſtein).	ſelten aus Conglomeraten und flötzleerem Sandſtein; ſondern gewöhnlich gleich von unten an aus Wechſellagerungen von Schieferthonen, welche oft ſandſteinartig ſind, und Steinkohlen.

Hiernach hat man alſo eine untere und eine obere, aus Wechſellagerungen von Schieferthon und Steinkohlen gebildete oder, wie man ſie wegen ihres techniſchen Werthes genannt hat, productive Steinkohlenformation zu unterſcheiden.

Nebenſtehendes ideelle Profil wird alle die eben angegebenen Verhältniſſe veranſchaulichen.

Wie nun eben ſchon angegeben worden, ſo beſteht die productive Steinkohlenformation aus oft vielfach ſich wiederholenden Wechſellagerungen von Schieferthonſchichten und Steinkohlenflötzen, ja es kann ſich die Zahl der letzteren über 50 erheben. Da nun jedes einzelne Flötz aus Pflanzenarten beſteht, welche allen Erfahrungen nach auch an dem Orte ihrer Verkohlung, — und zwar nicht auf

dem Grunde der Steinkohlenmeere, sondern auf einem, über den Spiegel des Meeres hervorragenden, schlammigen Boden lebten, so §. 325.

Fig. 200.

Ideelle Darstellung der Steinkohlenformation nach ihren Lagerungsverhältnissen und Gliedern.

1 = Granit, 2 = Gneiß, 3 = Urschiefer, 4 = Silur, 5 = Devon; — a = Kohlenkalk, b = Conglomerat, c = Culm, d = flötzleerer Sandstein, e = Glieder der productiven Steinkohlenformation. — 6 = Porphyr.

ist schon vielfach die Frage aufgeworfen worden: *In welcher Weise haben sich so viele über einander liegende und durch Zwischenlagen von Schieferthon (d. i. ehemaligem Schlamme) von einander getrennte, Kohlenflötze entwickeln können?* Nach der Ansicht der Einen (z. B. Schmick's) soll die Meeresmasse periodenweise so angeschwollen sein, daß sie alles Land überschwemmte und die auf demselben wuchernde Pflanzenwelt mit ihrem Schlamme überschüttete, dann aber sich wieder soweit vom Lande zurückgezogen haben, daß nun wieder eine neue Pflanzenwelt auf dem letzteren entstehen und so lange vegetiren konnte, bis — nach langen Zeiträumen — die von Neuem sich heranwälzende Meeresfluth sie wieder unter Schlamm vergrub. Nach den Anderen dagegen sollen in der Entwickelungszeit der Steinkohlenformation periodenweise ganz allmählich wirkende Erderschütterungen eingetreten sein, durch welche die über dem Meeresspiegel befindlichen und mit Pflanzen bewachsenen Landesstrecken vielfach abwechselnd in die Meerestiefe versenkt und unter Schlamm vergraben, dann aber auch wieder über die Meeresoberfläche emporgehoben worden seien. Statt diese beiden Ansichten zu widerlegen, sei es gestattet, auf die schon im §. 62 S. 204 und 206 erklärte von oben nach unten stattfindende *Ausfüllung von Seebecken durch schwimmendes Land* aufmerksam zu machen. — Wie in dem genannten Paragraphen mitgetheilt wurde, so bilden sich namentlich in den Buchten von Landseen, von dem Ufer derselben aus, schwimmende Decken von Wassermoosen, welche allmählich so dick und schwer werden, daß sie sich soweit niederwärts senken, daß nur noch ihre äußerste Oberfläche mit dem Wasserspiegel in gleichem Niveau bleibt und das Wasser bei jeder Bewegung über derselben hinfluthet und seine Schlammtheile auf ihr absetzt. Aus der Masse dieser schwimmenden Moosdecke bildet sich abwärts Torf, oberwärts aber unter dem Einflusse der Luft eine mit Erdschlamm untermengte Humuslage. Auf dieser

§. 325. erdigen Humuslage entwickeln ſich Moorgräſer und Moorhaide, welche mit ihren Filzwurzeln ein wahres Flechtwerk hervorbringen, welches das ganze ſchwimmende Land nach allen Richtungen hin ſo durchdringt, daß es eine Art Flöße bildet, durch welche das Land lange Zeit hindurch ſchwimmend erhalten wird. Indem ſich nun aber aus der vermoorenden Haide auch eine torfig-humoſe Lage entwickelt, welche das fluthende Seewaſſer mit Schlammtheilen untermengt, entſteht auf der Oberfläche dieſer Lage eine Bodenſchichte, auf welcher ſich Erlen, Bruchweiden, Aspen und auch Birken niederlaſſen, durch welche indeſſen bei ihrer Vermehrung und Vergrößerung das ſchwimmende Land ſo ſchwer wird, daß es ganz im See zu Boden ſinkt. Damit hat aber die Landbildung im See noch nicht ihr Ende erreicht; denn jetzt nun entwickelt ſich an der Oberfläche des Sees abermals eine neue Moosdecke, mit welcher es indeſſen im Zeitverlaufe wieder eben ſo geht, wie mit der erſten. Und ſo dauert die Landbildung an der Seeoberfläche ſo lange fort, bis das Seebecken allmählich mit einer Maſſe ausgefüllt iſt, welche nun von unten nach oben aus wiederholt abwechſelnden Lagen von Moostorf, Humus, Gras- und Haidetorf, Humus mit Erdſchlamm und halb verkohlten Weiden-, Erlen-, Aspen- und Birkenreſten beſteht. — Sollten ſich auf dieſe Weiſe nicht auch am einfachſten die ſich wiederholenden Wechſellagerungen von Schieferthonlagen und Kohlenflötzen in der Steinkohlenformation erklären laſſen? Sollte nicht auch in den Buſen des carboniſchen Meeres ſolch ſchwimmendes Land entſtanden ſein, welches bei ſeinem Schwererwerden in der Meeresfluth unterſank und dann von den ſich niederſchlagenden Schlammtheilen der letzteren mit ſammt ſeinen auf ihm wuchernden Bäumen verſchüttet worden ſein? Sollten ſich dann nicht ebenſo, wie es noch gegenwärtig in Seebecken geſchieht, wieder neue ſchwimmende Landesmaſſen an der Oberfläche der Meeresbuſen entwickelt haben, welche im Zeitverlaufe aber auch ebenſo wieder unterſanken wie das zuerſt gebildete ſchwimmende Land? Und ſollte überhaupt dieſer Proceß nicht ſo lange fortgedauert haben, bis der ganze Meerbuſen mit abwechſelnden Lagen von verkohlenden Pflanzenmaſſen und Meeresſchlamm ausgefüllt war? — Die Erfahrungen, welche man noch gegenwärtig an ſich mit ſchwimmendem Lande ausfüllenden Landſeen macht, ſprechen dafür.

Zuſatz: Bei dem Dorfe Dönges, 2 Meilen ſüdweſtlich von Eiſenach, befindet ſich auf dem ſogenannten Hautſee eine ſchwimmende Inſel, an welcher man die eben mitgetheilten Beobachtungen recht gut erkennen kann. Auf ihr wachſen alle die oben genannten Holzgewächſe und auch Kiefern. Dieſe Holzgewächſe bilden gewiſſermaßen die Segel, durch welche der Wind die ganze Inſel in Bewegung ſetzt. Der Verfaſſer dieſer Zeilen hat ſie ſeit 52 Jahren beobachtet. Sie ſoll aber ſchon ſeit 1790 exiſtiren, nachdem eine früher vorhandene Decke 1760 untergegangen war.

Die in den Meeresbuchten am Rande oder auch in den Binnenſeen auf der Oberfläche der, während der Steinkohlenperiode ſchon über dem Meeresſpiegel hervorragenden, Gebirgsinſeln lagernden Steinkohlengebilde

werden in der Regel von den Ablagerungsmassen der Dyas, hauptsächlich §. 325.
vom Rothliegenden, bedeckt; die in den weiten Meeresbusen lagernde Steinkohlenformation dagegen hat nicht selten eine jüngere Formation oder selbst Braunkohlengebilde zur Decke. Dieser letztere Fall läßt sich nur durch die Annahme erklären, daß die Steinkohlenablagerungen zeitweise über dem Meeresspiegel emporgehoben lagen und dann später wieder unter denselben zurücksanken. Endlich fehlt es auch nicht an Fällen, in denen diese Formation, namentlich an ihren Rändern, geradezu zu Tage steht.

1) Mit den ihre Sohle bildenden Ablagerungen des Devon oder Silur befindet sich die Steinkohlenformation sehr häufig in solchen gleichmäßigen Ablagerungsverhältnissen, daß man, zumal bei großer Aehnlichkeit ihrer Gesteinsglieder, oft nicht genau unterscheiden kann, wo die Uebergangsformation aufhört und die Steinkohlenformation angeht. Eine solche völlig gleichmäßige oder concordante Auflagerung der letztgenannten Formation auf einer der beiden Uebergangsformationen findet z. B. statt in Westphalen und auch bei Aachen und Eschweiler, überhaupt bei der ganzen nordrheinischen Steinkohlenformation; ferner in Oberschlesien, Nordrußlnnd, Nordamerika und auch in Devonshire. — Dagegen zeigt sich die Steinkohlenformation in ungleichmäßiger oder discordanter Lagerung auf einer der älteren Formationen z. B. in dem Pfälzisch-Saarbrücker oder mittelrheinischen Kohlenbassin, im Döhlener Becken bei Dresden, bei Zwickau, Wildenfels und Würschnitz, in Niederschlesien, im Thüringer Walde u. s. w.

2) Wie die Steinkohlenformation sehr oft sich in concordanter Lagerung mit den unter ihr lagernden Uebergangsformationen befindet, so zeigt sich nun andererseits häufig das Rothliegende, ihre gewöhnliche Decke, in so genauer concordanter Lagerung mit der Steinkohlenformation, daß man früher ziemlich allgemein die Formation des Rothliegenden als eine unmittelbare Fortsetzung der Steinkohlenformation betrachtete.

Da, wo keine störenden Potenzen auf die Ablagerungen der Steinkohlenformation eingewirkt haben, erscheinen dieselben selbst in ihren ausgedehntesten Gebieten schwach becken- oder muldenförmig abgelagert, so daß sie namentlich in ihren größeren Gebieten eine weit ausgebreitete, fast horizontale oder schwach wellenförmige, Ebene bilden, welche nach ihren Rändern hin da, wo sie an Gebirge oder sonst höher gelegene Lande striche grenzt, sich mit ihren Schichten nach oben krümmt, dabei sich aber auch nicht selten zickzackig biegen, zerbersten, in einander schieben oder selbst umknicken, so daß die unteren Schichten über die oberen zu liegen kommen.

Diese becken-, bassin- oder muldenförmige Ablagerung der Steinkohlenformation ist höchst wahrscheinlich durch folgende Ursachen erzeugt worden. Zunächst mag wohl der beckenförmige Grund, auf welchem sich die Glieder dieser Formation absetzten, mit zu dieser concaven Ablagerung der einzelnen Schichten beigetragen haben; sodann mögen auch die Conglomerate, Sandsteine und Schiefer, welche längs der Strandregionen dieser Bassins sich zuerst absetzten und mit

§. 325. schiefer Fläche nach der Mittelregion der Wasserbecken hin abfielen, mitgewirkt haben; aber die Hauptursache liegt wohl in den Kohlenflötzen selbst. Alle verkohlenden Massen, — auch der Humus und Torf, — haben die Eigenschaft, im letzten Stadium ihrer Verkohlung, (also dann, wenn die Kohlenbildung ihrer Vollendung sich nähert), so viel Wasser und Gase in sich aufzusaugen, daß sie dadurch stark aufquellen, wie man z. B. bei den Torfhochmooren deutlich bemerken kann. Werden sie nun durch, über ihnen befindliche und auf sie drückende, Schlamm- und Wassermassen am Aufquellen verhindert, und vermögen sie dann auch nicht nach unten hin sich auszudehnen, so suchen sie sich nach den Seiten hin zu strecken. In diesem Falle drücken nun die im Centrum eines Beckens lagernden Kohlenflötze auf die seitlich von ihnen gelegenen und indem diese auch wieder auf die seitwärts von ihnen liegenden drücken, diese aber durch die felsigen Uferwände des sie umgebenden Landes an ihrer weiteren Ausdehnung gehindert werden, so falten sie sich sammt ihren Deckengesteinen wellenförmig und drängen sich an den Uferwänden in die Höhe, wobei sie dann häufig durch die nachdrängenden Kohlenmassen gebogen, geknickt und umgeköpft werden, sodann aber drücken sie auch rückwärts auf die weiter vom Ufer gelegenen Kohlenmassen, so daß auch diese sich sammt ihren Deckengesteinen mehr oder weniger parallel wellenförmig biegen. Ist nun ein Kohlenbassin verhältnißmäßig schmal, so können die sämmtlichen Ablagerungen stark wellen- oder zickzackförmig gebogen und verschoben werden, so daß es aussieht, als sei die ganze Kohlenablagerung sammt ihren Zwischenschichten durch wellenförmige Erderschütterungen aus ihrer normalen Ablagerung herausgerissen worden; bei sehr breiten Kohlenbassins dagegen pflanzt sich die von den Seiten her erfolgende Biegung gewöhnlich nicht bis zur Mitte des Beckens fort, wodurch es sich erklären läßt, daß die in den mittleren Regionen solcher weiten Kohlenbecken befindlichen Schichten gewöhnlich horizontal oder nur schwach wellenförmig abgelagert erscheinen, während sich die seitlichen Kohlenregionen um so welliger gebogen zeigen, je näher sie den, das Becken begrenzenden, Gebirgen lagern.

Neben diesen Biegungen und Knickungen, namentlich der Schichten der oberen oder productiven Steinkohlenformation, durch die sich seitlich ausdehnenden Kohlenflötze können nun auch sämmtliche Ablagerungsmassen der Kohlenformation noch mannichfache Verschiebungen und Zerdrückungen durch wellenförmige Erderschütterungen erleiden. In diesem Falle nehmen jedoch auch gewöhnlich die Glieder der unter dieser Formation liegenden älteren Formationen, vor allen des Devons oder Silurs, an den Schichtenverwerfungen der Steinkohlenablagerungen Theil, so daß außer den durch Ausdehnung hervorgerufenen Faltungen der productiven Kohlenschichten alle Ablagerungsmassen der Kohlen- und Devonformation mehr oder weniger concordant verschoben erscheinen. In der Wormmulde bei Aachen kann man alle diese Verwerfungsarten der carbonischen Formationsglieder deutlich bemerken, wie folgendes von Bauer entlehnte Profil zeigt (Fig. 201).

§. 325.

Fig. 201 (n. Bauer).

g: Grauwacke. — d: Devonischer Kalkstein. — u: Uebergangsschichten. — c: Kohlenkalkstein. — k: Kohlenführendes Schichtensystem. — b: Braunkohlenformation.

Sowohl durch Erderschütterungen, welche von unten her hebend und zerreißend auf die Schichten der Steinkohlenformation einwirkten, wie auch durch den Austrocknungsproceß dieser Schichten selbst entstanden mannichfache und oft zahlreiche, schmale und breite, mehr oder weniger senkrechte, Klüfte sowohl in den Kohlenflötzen selbst wie auch in den sie umschließenden Schieferthonschichten, durch welche die, zwischen den so entstandenen Klüften befindlichen, Schichtmassen aus ihrer Verbindung mit den neben anliegenden Theilen dieser Massen gerissen und bald tiefer bald auch höher als diese letzteren in die Höhe geschoben wurden. Durch diese Verschiebungen, Verwerfungen oder Sprünge, — welche übrigens bisweilen wohl auch durch eine massenhafte Gasentwickelung in den Steinkohlenflötzen wenigstens theilweise hervorgebracht sein können — wurden die einzelnen Kohlenflötze oft so zerstückelt und in ihren einzelnen Stücken so verschoben, daß es oft schwer fällt, die zu einem und demselben Flötze gehörigen Sprungstücken aufzufinden, zumal wenn die gegenseitigen Verschiebungen sehr stark sind, wie z. B. in der Eschweiler Mulde, wo die Verwerfung „Münstergewand" über 230 Meter tiefer liegt als die sie umgebenden Kohlenschichten, oder in Nordamerika in Südwest-Virginia, wo Sprünge von 2 — 3000 Meter vorkommen sollen und untersilurische Kalksteine in das Niveau des Kohlenkalksteins gehoben sind. Beifolgendes Profil, welches die Verwerfung der Kohlenschichten bei Auckland in Durham darstellt, wird das eben Ausgesagte veranschaulichen (Fig. 202).

Fig. 202.

Verwerfungen im Kohlenrevier von Auckland in Durham.

Wenn bei dieser Art der Verwerfung die Klüfte sehr schmal sind, so reiben sich die sich verschiebenden Schichten mit ihren Spaltflächen so an einander, daß sie an diesen Flächen einen Spiegel erhalten; sind sie weit, so füllen sie sich allmählich theils mit Gangmineralien, theils mit zerkleintem Gesteins- und Kohlenschutt. Oft aber sind sie auch geschlossen und dann nicht selten mit Gasen (z. B. mit Kohlenwasserstoffarten) erfüllt, welche die so gefürchteten schlagenden und brennenden Wetter in den Steinkohlenbergwerken erzeugen.

§. 325. schiefer Fläche nach der Mittelregion der Wasserbecken hin abfielen, mitgewirkt haben; aber die Hauptursache liegt wohl in den Kohlenflötzen selbst. Alle verkohlenden Massen, — auch der Humus und Torf, — haben die Eigenschaft, im letzten Stadium ihrer Verkohlung, (also dann, wenn die Kohlenbildung ihrer Vollendung sich nähert), so viel Wasser und Gase in sich aufzusaugen, daß sie dadurch stark aufquellen, wie man z. B. bei den Torfhochmooren deutlich bemerken kann. Werden sie nun durch, über ihnen befindliche und auf sie drückende, Schlamm- und Wassermassen am Aufquellen verhindert, und vermögen sie dann auch nicht nach unten hin sich auszudehnen, so suchen sie sich nach den Seiten hin zu strecken. In diesem Falle drücken nun die im Centrum eines Beckens lagernden Kohlenflötze auf die seitlich von ihnen gelegenen und indem diese auch wieder auf die seitwärts von ihnen liegenden drücken, diese aber durch die felsigen Uferwände des sie umgebenden Landes an ihrer weiteren Ausdehnung gehindert werden, so falten sie sich sammt ihren Deckengesteinen wellenförmig und drängen sich an den Uferwänden in die Höhe, wobei sie dann häufig durch die nachdrängenden Kohlenmassen gebogen, geknickt und umgeköpft werden, sodann aber drücken sie auch rückwärts auf die weiter vom Ufer gelegenen Kohlenmassen, so daß auch diese sich sammt ihren Deckengesteinen mehr oder weniger parallel wellenförmig biegen. Ist nun ein Kohlenbassin verhältnißmäßig schmal, so können die sämmtlichen Ablagerungen stark wellen- oder zickzackförmig gebogen und verschoben werden, so daß es aussieht, als sei die ganze Kohlenablagerung sammt ihren Zwischenschichten durch wellenförmige Erderschütterungen aus ihrer normalen Ablagerung herausgerissen worden; bei sehr breiten Kohlenbassins dagegen pflanzt sich die von den Seiten her erfolgende Biegung gewöhnlich nicht bis zur Mitte des Beckens fort, wodurch es sich erklären läßt, daß die in den mittleren Regionen solcher weiten Kohlenbecken befindlichen Schichten gewöhnlich horizontal oder nur schwach wellenförmig abgelagert erscheinen, während sich die seitlichen Kohlenregionen um so welliger gebogen zeigen, je näher sie den, das Becken begrenzenden, Gebirgen lagern.

Neben diesen Biegungen und Knickungen, namentlich der Schichten der oberen oder productiven Steinkohlenformation, durch die sich seitlich ausdehnenden Kohlenflötze können nun auch sämmtliche Ablagerungsmassen der Kohlenformation noch mannichfache Verschiebungen und Zerdrückungen durch wellenförmige Erderschütterungen erleiden. In diesem Falle nehmen jedoch auch gewöhnlich die Glieder der unter dieser Formation liegenden älteren Formationen, vor allen des Devons oder Silurs, an den Schichtenverwerfungen der Steinkohlenablagerungen Theil, so daß außer den durch Ausdehnung hervorgerufenen Faltungen der productiven Kohlenschichten alle Ablagerungsmassen der Kohlen- und Devonformation mehr oder weniger concordant verschoben erscheinen. In der Wormmulde bei Aachen kann man alle diese Verwerfungsarten der carbonischen Formationsglieder deutlich bemerken, wie folgendes von Bauer entlehnte Profil zeigt (Fig. 201).

§. 325.

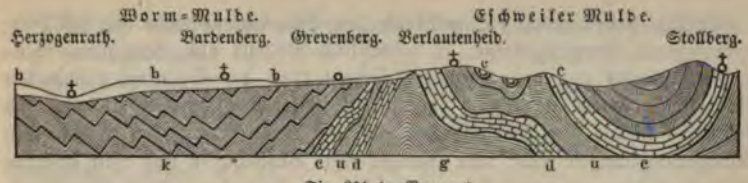


Fig. 201 (n. Bauer).

g: Grauwacke. — d: Devonischer Kalkstein. — u: Uebergangsschichten. — c: Kohlenkalkstein. — k: Kohlenführendes Schichtensystem. — b: Braunkohlenformation.

Sowohl durch Erderschütterungen, welche von unten her hebend und zerreißend auf die Schichten der Steinkohlenformation einwirkten, wie auch durch den Austrocknungsproceß dieser Schichten selbst entstanden mannichfache und oft zahlreiche, schmale und breite, mehr oder weniger senkrechte, Klüfte sowohl in den Kohlenflötzen selbst wie auch in den sie umschließenden Schieferthonschichten, durch welche die, zwischen den so entstandenen Klüften befindlichen, Schichtmassen aus ihrer Verbindung mit den neben anliegenden Theilen dieser Massen gerissen und bald tiefer bald auch höher als diese letzteren in die Höhe geschoben wurden. Durch diese Verschiebungen, Verwerfungen oder Sprünge, — welche übrigens bisweilen wohl auch durch eine massenhafte Gasentwickelung in den Steinkohlenflötzen wenigstens theilweise hervorgebracht sein können — wurden die einzelnen Kohlenflötze oft so zerstückelt und in ihren einzelnen Stücken so verschoben, daß es oft schwer fällt, die zu einem und demselben Flötze gehörigen Sprungstücken aufzufinden, zumal wenn die gegenseitigen Verschiebungen sehr stark sind, wie z. B. in der Eschweiler Mulde, wo die Verwerfung „Münstergewand" über 230 Meter tiefer liegt als die sie umgebenden Kohlenschichten, oder in Nordamerika in Südwest-Virginia, wo Sprünge von 2 — 3000 Meter vorkommen sollen und unterssilurische Kalksteine in das Niveau des Kohlenkalksteins gehoben sind. Beifolgendes Profil, welches die Verwerfung der Kohlenschichten bei Auckland in Durham darstellt, wird das eben Ausgesagte veranschaulichen (Fig. 202).

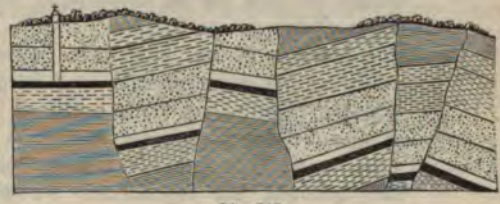


Fig. 202.
Verwerfungen im Kohlenrevier von Auckland in Durham.

Wenn bei dieser Art der Verwerfung die Klüfte sehr schmal sind, so reiben sich die sich verschiebenden Schichten mit ihren Spaltflächen so an einander, daß sie an diesen Flächen einen Spiegel erhalten; sind sie weit, so füllen sie sich allmählich theils mit Gangmineralien, theils mit zerkleintem Gesteins- und Kohlenschutt. Oft aber sind sie auch geschlossen und dann nicht selten mit Gasen (z. B. mit Kohlenwasserstoffarten) erfüllt, welche die so gefürchteten schlagenden und brennenden Wetter in den Steinkohlenbergwerken erzeugen.

§. 325. Endlich haben auch die während der Steinkohlenperiode in die Höhe gedrungenen Eruptivgesteine, so namentlich Diabase und Porphyre, mannichfach störend auf den normalen Schichtenbau der Steinkohlenformation eingewirkt, indem sie theils von ihrem senkrechten Hauptcanale aus sich seitwärts in die Schichtungsspalten der von ihnen durchsetzten carbonischen Ablagerungsmassen mehr oder weniger weit einzwängten und diese letzteren dadurch hoben und verschoben, theils bei der Erbrechung ihres Eruptionscanales die, diesen Canal einschließenden, Schichtmassen nicht nur hoben und verrückten, sondern oft auch metamorphosirten. Ganz vorzüglich ist dieses alles der Fall bei den Steinkohlengebieten, welche in tief einschneidenden Gebirgsbuchten lagerten, da diese letzteren als ehemalige Erdrindespalten am leichtesten zu durchbrechen waren und hierdurch den Tummelplatz hauptsächlich der Felsitporphyre und später auch der Melaphyre bildeten (vgl. hierzu §. 326).

Aus allem bis jetzt Mitgetheilten ergiebt sich nun für die Ablagerungsformen der carbonischen Schichtmassen Folgendes:

1) In sehr großen, weit ausgedehnten, Steinkohlengebieten lagern die carbonischen Schichtmassen im mittleren Theile ihres Gebietes fast horizontal oder nur schwach beckenförmig; nach den dieses Gebiet umschließenden Gebirgen hin aber heben sie sich allmählich in die Höhe, so daß nun das ganze Steinkohlengebiet eine mehr oder weniger stark hervortretende becken- oder muldenförmige Oberfläche erhält. Bei allem dem kann aber nun eine solche Ablagerung in ihrem Innern in der Form ihrer Schichtenlage hauptsächlich zweierlei Störungen zeigen:
   a. eine durch die sich seitlich ausdehnenden einzelnen Kohlenflötze, wodurch namentlich nach den seitlichen Grenzregionen hin um so stärkere Wellenbiegungen und Zusammenknickungen hervorgerufen werden, je mehr sich die carbonischen Ablagerungen den angrenzenden Gebirgen nähern;
   b. eine andere durch die, beim Heben, Eintrocknen und Zusammenziehen der Ablagerungen oder auch durch Erderschütterungen entstehenden, Spalten, in Folge deren die von diesen Spalten umschlossenen Ablagerungsstücken aus ihrem Zusammenhange gerissen theils in die Höhe gedrückt werden, theils sich abwärts senken und hierdurch die sogenannten Sprünge und Rücken im Steinkohlengebiete erzeugen.
2) Durch wellenförmige Erderschütterungen werden indessen oft sämmtliche Ablagerungen der Steinkohlenformation theils für sich allein, theils zugleich mit der Devonformation auf das Mannichfachste aus ihrer normalen Ablagerung herausgerissen, so daß dieselben bald wellenförmig auf- und niedersteigen, bald auch stark zerknickt, verschoben und umgebogen erscheinen.
3) In ganz ähnlicher Weise wirken die aufsteigenden Eruptivgesteine, indessen treten die Producte ihrer Wirksamkeit mehr in der nächsten Umgebung ihrer Eruptionscanäle hervor; daher erscheinen auch vorzüglich die schmäleren Kohlengebiete in der nächsten Umgebung der

Gebirge oder in den Gebirgsbuchten durch dieselben vielfach gehoben und verworfen.

Die Eruptivgesteine und Gangbildungen in dem Gebiete der Steinkohlenformation. — Wie in der Devonformation, so machen sich auch in dem Gebiete der Steinkohlenformation dreierlei Eruptivgesteine bemerklich, nemlich: §. 326.

1) solche, welche schon vor der Ablagerung der carbonischen Sedimente die Devonformation durchbrochen hatten und als Felsriffe, Kuppen und Decken über dieselbe hervorragten, so daß sich die später entstehenden Steinkohlenglieder ganz normal um sie herum und über ihnen ablagern konnten. Diese antecarbonischen Eruptionsmassen, zu denen vorzüglich Granit, Syenit, Diorit und auch wohl mancher Diabasgabbro gehört, bilden entweder lagerförmige Decken zwischen dem Devon und der Kohlenformation oder sie bilden mächtige, nach oben theils schon innerhalb der Steinkohlenmassen auskeilende, theils dieselben auch bisweilen noch überragende und scheinbar sogar in das überliegende Rothliegende eindringende Gangstöcke;
2) solche Eruptivgesteine, welche während der Ablagerungsperiode der Steinkohlengebilde emporgedrungen sind, so daß sie diese letztere durchbrechen mußten. Diese, zu denen namentlich Diabase und Felsitporphyre gehören, drangen nach der Ablagerung von älteren Steinkohlensedimenten hervor, breiteten sich dann lager- oder schichtenförmig über diesen letzteren aus und wurden endlich später durch jüngere Steinkohlengebilde überdeckt, so daß sie nun gegenwärtig mehr oder minder mächtige und ausgedehnte Zwischenlager zwischen den Steinkohlensedimenten bilden.

   In Devonshire lagern in dieser Weise in dem Gebiete von Boscastle bis Tavistock zwischen den Sandsteinen und Schiefern der unteren Steinkohlenformation schichtenförmige Lager von Diabas und Diabastuff. — In Irland befinden sich ebenfalls im Kohlenkalksteine Diabaseinlagerungen. — Auch in dem zur Steinkohlenformation gehörigen grauwackeähnlichen Gesteine von Kreuth bei Bleiberg in Kärnthen befinden sich nach v. Hauer Diabas und Diabasschiefer in regelmäßiger Wechsellagerung mit dem eben genannten Gesteine.
   Quarzführende Porphyre bilden nach Naumann mächtige, deckenförmige Einlagerungen zwischen den älteren und jüngeren carbonischen Sedimenten in dem Kohlenbassin von Flöha, zwischen Freiberg und Chemnitz.

3) solche Eruptivgesteine, welche erst nach der vollständigen Ablagerung der Steinkohlenformation emporgedrungen sind. Zu ihnen gehören außer manchen (— beim Rothliegenden noch näher zu beschreibenden —) Hyperiten und Felsitporphyren namentlich Melaphyre und außerdem die, weit späteren Perioden angehörigen, Basaltite und Trachyte.

   „Eins der am meisten von Eruptionen heimgesuchten Steinkohlengebiete war die Südhälfte der Insel Arran an der Westküste Schottlands. Neben zahllosen Diabasgängen, welche in dichtem Gewirre die dortigen Sandsteine der subcarbonischen Formation durchziehen, treten mächtige deckenartige Ablagerungen von zum Theil quarzreichen Diabasen in verschiedenen Niveaus über einander zwischen den sub-

carboniſchen Sedimentgeſteinen auf und ſtehen mit Gängen in Verbindung, welche die letzteren durchſetzen (Fig. 203).

Fig. 203.
Profil an der Weſtküſte von Arran.

a. Schiefer und Sandſteine der ſubcarboniſchen Formation. — b. Grobkörniger Diabas, gangförmig, dann ſich zu einer mächtigen Decke ausbreitend. — c. Gang von ſehr feinkörnigem Diabas. —

Jünger als dieſe Diabaſe ſind Gänge, Stöcke und Decken von fleiſchrothem und grauem Felſitporphyr; ebenſo die daſelbſt theils als Zwiſchenlager zwiſchen den ſubcarboniſchen Sandſteinen, theils als Gänge, welche dieſe Sandſteine durchſetzen, auftretenden „Pechſteine“ (vgl. Credner's Geologie S. 347).

Die, theils durch Hebungen und Erſchütterungen, theils auch durch die Maſſen-Eintrocknung der carboniſchen Sedimente entſtandenen, Spalten bilden, wie oben ſchon angedeutet, nicht nur die Ablagerungsräume allen Geſteins- und Steinkohlenſchuttes, welcher bei der Entſtehung der Spalten aus den Nebengeſteinen entſtanden war, ſondern auch mannichfacher Erze, ſo namentlich von Bleiglanz, Bleivitriol, Bleicarbonat und Pyromorphit, dann von Zinkblende und Galmei, endlich auch von Eiſenkies und Brauneiſenerz, im Verbande mit Kalkſpath und Quarz.

Die meiſten und reichſten dieſer Erzlagerſtätten befinden ſich in der unteren Steinkohlenformation, theils in dem Gebiete des Kohlenkalkſteines, theils in dem Culme. Das Erſte iſt der Fall in der Gegend von Aachen. Die in dieſer Gegend auftretenden, aus Zinkblende und Galmei, Bleiglanz und Weißbleierz, Eiſenkies und Brauneiſenerz beſtehenden und von Kalkſpath und Quarz begleiteten Lagerſtätten bilden theils Gänge und Neſter im Kohlenkalkſteine, theils Einlagerungen zwiſchen dieſem und den oberſten Schichten des Devon oder auch zwiſchen dem Kohlenkalk und den über ihm lagernden Kohlenſchiefern. Und ähnlich wie bei Aachen iſt es auch in Belgien, Devonſhire und Northumberland. — In dem Culm dagegen befinden ſich die gewaltigen gangförmigen Bleiglanzlagerſtätten des Oberharzes, ſo namentlich in der Umgebung Clausthals.

Bemerkenswerth erſcheint, daß (— nach Credner —) in den ſtark bituminöſen Schiefern der ſubcarboniſchen Formation im nördlichen Theile von New-Brunswick in Nordamerika auch ein 1—6 Meter mächtiger Gang von reinem Aſphalt vorkommt.

§. 327. **Organismenreſte in der Steinkohlenformation. — a. Die Flora.** — Mit dem Beginne der Steinkohlenperiode hat ſich auf der Oberfläche des

Erdkörpers so vieles schon verändert, daß es nicht wundern darf, wenn §. 327.
sowohl in der Pflanzenwelt, wie im Reiche der Thiere einerseits zahlreiche neue Familien, Geschlechter und Arten zum Vorscheine kommen, während schon vorhandene, noch aus der Devonzeit stammende, Pflanzen- und Thiergeschlechter nur noch in einzelnen, zum Theil kümmerlichen, Arten auftreten, welche schon in der ersten Hälfte des carbonischen Zeitalters aussterben. Ganz vorzüglich gilt dieses, wie weiter unten gezeigt werden soll, vom Thierreiche, weit weniger dagegen von der Pflanzenwelt; denn diese hat schon in der letzten Zeit der Devonperiode den Samen zu den meisten der Pflanzenfamilien ausgestreuet, welche dann im Carbonzeitalter sich in einer Ueppigkeit und Großartigkeit entwickelten, wie es in keiner der späteren geologischen Perioden wieder geschehen ist.

Am Schlusse des Devonzeitalters ragten schon weit mehr Landesmassen aus dem Oceane hervor, als beim Beginne desselben. Zunächst hatten sich sowohl durch Hebung devonischer Ablagerungen wie durch neue Eruptivmassen neue zum Theil große Inseln gebildet; sodann aber waren auch die schon aus dem Silur- und Urgebirgszeitalter vorhandenen Inseln durch Landesabsetzungen an ihrem Umfange und durch weitere Hebungen sowohl ihrer eigenen Massen wie auch der sie umgürtenden Ufersedimente um vieles größer geworden, so daß sie schon kleine Continente bildeten, auf deren Oberfläche Berg und Thal wechselten und Flüsse theils die Schluchten und beckenförmigen Niederungen durchzogen und auf ihnen Süßwasserseen oder weit ausgedehnte Sumpfungen und Moräste erzeugten, theils auch den tief in die Landesmassen einschneidenden Buchten zueilten und deren Grund mit Erdschlamm und Steinschutt auszufüllen strebten. Auf allen diesen Landesbildungen hatte sich nun auch schon in Folge des Verwitterungsprocesses überall da, wo Silicatgesteine die Hauptmassen des Landes bildeten, eine mächtige Erdkrume erzeugt, welche voll löslicher kieselsaurer Alkalien war, so daß sich auf dem noch frischen, nicht durch frühere Pflanzenansiedelungen ausgesogenen, Erdboden eine üppige, gerade Alkalisilicate zu ihrer Ernährung brauchende, Pflanzenwelt erzeugen konnte. Und alles dieses galt nicht bloß von einer einzigen Landesinsel, sondern von allen damals die Erdoberfläche bildenden Landesmassen, welche aus Silicatgesteinen bestanden, weil, was wohl zu beachten ist, ebensowohl die Polarinseln wie die Aequatorialländer, gleiches Klima besaßen, indem sie noch nicht bloß von den Strahlen der Sonne ihre Wärme erhielten, sondern noch durch das, der Erdoberfläche aller Landesmassen gleich nahe, heiße Erdinnere Jahr aus Jahr ein gleichmäßig erwärmt wurden. Dazu kam nun noch, daß in Folge der sich dauernd gleichbleibenden Erwärmung vom Erdinnern aus eine unaufhörliche Verdunstung des Meerwassers stattfand und in weiterer Folge hiervon die Atmosphäre in ihren der Erdoberfläche am nächsten gelegenen Regionen fortwährend mit feuchtwarmem Dunst erfüllt war, welcher aufsteigend in den höheren Luftregionen sich zu Nebel und Wolken verdichtete und das Sonnenlicht nur verschleiert zur Erdoberfläche gelangen ließ. Alle diese klimatischen Verhältnisse, — durch welche das Klima der carbonischen Landesgebiete sich wohl dem der jetzt noch existirenden Inseln der tropischen und äquatorialen Zone nä-

§. 327. herte — waren nur geeignet, eine Pflanzenwelt ins Dasein zu rufen, welche einen morastigen Standort, silicatische Nahrungsstoffe in reichlicher Menge und ein feuchtwarmes Klima zu ihrem Gedeihen brauchte und dann unter diesen reichlich dargebotenen Lebensverhältnissen schnell und üppig in die Höhe wuchs und dabei massige, mit saftigem, schwammigem Zellengewebe erfüllte und einer harten, kieselsäurereichen Rinde umhüllte, Körper bildete; aber eine Flora, welche mehr trockene, frische Luft und reichliches Sonnenlicht zur Entwickelung ihrer Pflanzenkörper und namentlich zur Entfaltung vollständig ausgebildeter, phanerogamischer Blumen und bedecktsamiger (angiospermer) Früchte braucht, konnte in der carbonischen Zeit nur sparsam, an vorzüglich dazu geeigneten, Standorten und meist auch nur kümmerlich und gewissermaßen nur versuchsweise aufkommen.

Aus allen diesen Ursachen läßt sich nun für die carbonische Flora im Allgemeinen Folgendes schließen:

1) Die in der Carbonzeit auf Erden existirende Pflanzenwelt war in allen Landesgebieten vom Nord- bis zum Südpol hin im Allgemeinen aus einen und denselben Familien und Geschlechtern gebildet, wie auch die Pflanzenabdrücke in den Schieferthonen und Sandsteinen aus den verschiedensten Steinkohlengebieten beweisen;

2) die dieser Flora angehörigen Pflanzenarten wuchsen auf einem schlammigen, morastigen Boden, wie er sich am Ufer der tief einschneidenden Meeresbuchten und noch mehr in den, von Flüssen durchzogenen und oft überflutheten, beckenförmigen Landesgebieten großer Inseln und Continente findet. Dieses beweisen die in den carbonischen Ablagerungen vorhandenen Pflanzenreste, welche im Allgemeinen solchen Ordnungen und Familien angehören, welche noch gegenwärtig unter ähnlichen Standortsverhältnissen auf den äquatorialen oder tropischen Inseln vorkommen. Eigentliche Meerespflanzen, z. B. Fucus-Arten, kommen unter ihnen gar nicht vor.

3) Im Zeitverlaufe änderte sich das Bodengebiet der carbonischen Flora, sei es daß es ärmer an geeigneten Nahrungsstoffen oder daß es trockener wurde; auch änderten sich die klimatischen Verhältnisse. In Folge dessen mußten sich auch im Zeitverlaufe die Geschlechter und Arten der Carbonflora ändern. Die in den verschiedenen Etagen der Carbonformation aufgefundenen Pflanzenreste bestätigen diese Aenderung der Pflanzenwelt.

4) In Folge des feuchtwarmen, nebelreichen Klimas und des geschwächten Sonnenlichtes konnten in der Carbonzeit vorherrschend nur kryptogamische Zellen- und Gefäßpflanzen oder an günstigen Orten auch nacktsamige, aber keine bedecktsamige (angiospermische) Phanerogamen gedeihen. Wenn daher auch die Flora der Carbonzeit eine durch Massenhaftigkeit ihrer Individuen äußerst großartige war, so fehlte ihr doch die Mannichfaltigkeit der Familien, Geschlechter

und Arten, sowie der Blüthenschmuck der dikotyledonischen Pha- §. 327.
nerogamen.

Die am häufigsten in dem Gebiete der Steinkohlenformation vorkommenden Pflanzenreste gehören nach dem Obigen den kryptogamischen Gefäßpflanzen und außerdem den Cycadeen und Coniferen, weit seltener den Palmen an.

A. Kryptogamische Gefäßpflanzen.

a. Calamarien mit einem cylindrischen, bis 30 Fuß hohen und 1—3 Fuß dicken, der Länge nach gestreiften oder gerippten und durch Quereinschnitte gegliederten Stamme. Sie zerfallen in mehrere Familien, z. B.

1) Calamiten: Stamm in der Regel einfach. Zu ihnen gehört Calamites transitionis und cannaeformis, zwei in dem oberen wie unteren Carbon vorkommende Arten (Fig. 204).

2) Asterophylliten: Stamm mit gegenständigen Zweigen, an denen schmale, spitze, gleichlange, an ihrem Grunde nicht unter einander verwachsene Blätter in auf- oder vorwärts gerichteten Quirlen stehen (Fig. 205).

Fig. 204.
Stammstück von Calamites cannaeformis.

Fig. 205.
Asterophyllites foliosus.

Fig. 206.
Annularia fertilis.

3) Annularien: mit schmal lanzettlichen, abgestumpften, ungleich langen, am Grunde unter sich verwachsenen, sternförmig ausgebreiteten Blattquirlen (Fig. 206 und Fig. 207).

4) Sphenophyllum: mit quirlig stehenden, dreiseitigen oder keilförmigen, am vorderen

Fig. 207.
Annularia brevifolia Brong.

§. 327. oder äußeren Rande ganzen oder geſägten Blättern (Fig. 208).

Fig. 208.
Zweig von Sphenophyllum emarginatum.

Fig. 209.
Neuropteris Loshi.

b. Farnkräuter (Filiciten): Meiſt baumförmige Gewächſe mit gewöhnlich aſtloſem, mit Blattnarben oder ſchuppigen Blattreſten bedecktem, (aber nur ſelten erhaltenem) Stamme und 1 bis mehrere Fuß langen und in der Regel fiederſpaltigen oder gefiederten, ſeltener einfachen (und dann z. B. bei Cyclopteris orbicularis [Brogn.] rundlich nierenförmigen) Blättern oder Wedeln, welche auf den über den einzelnen Kohlenflötzen lagernden Schieferthonflächen ausgebreitet liegen. Zu ihnen gehören unter anderen Sphenopteris Gravenhorstii, Neuropteris Loshi (Fig. 209), Odontopteris Schlotheimii, Cyclopteris orbicularis (Fig. 210), Alethopteris lonchitidis (Fig. 211) u. ſ. w. — Man kennt gegenwärtig über 500 verſchiedene Arten von Steinkohlenfarnen.

Fig. 210.
Cyclopteris orbicularis.

Fig. 211.
Alethopteris lonchitidis.

c. Selagineen: welche ſämmtlich mächtige Stämme beſitzen, die mit abwechſelnd ſtehenden rhomboidalen, ſechseckigen oder auch kreisrunden Blattnarben beſetzt ſind. Von ihnen ſind hier namentlich anzuführen:

1) die Sigillarien. Sie bilden meiſt einfache Stämme mit wagerecht vom Stamme abziehenden, ſich vielfach gabelnden, außerordentlich langen Wurzeläſten, welche mit kreisrunden Narben, von denen zahlreiche Wurzelzaſern abgehen, beſetzt und unter dem Namen der Stigmarien bekannt ſind. Die Sigillarienſtämme ſelbſt ſind theils durch Längsfurchen in abgerundete Leiſten getheilt, auf welchen die abgerundet

rhomboidalen oft sehr in die Länge gezogenen Blattnarben §. 327.
stehen (Fig. 212, welche ein Stück von zum Theil noch mit der Oberschale versehener Sigillaria Voltzii darstellt), theils ohne Längsfurchen und so dicht mit abwechselnd stehenden, sich gegenseitig berührenden, sechseckigen Blattnarben besetzt, daß ihre Oberfläche einem regelmäßigen Zellengewebe oder Wachswabe ähnlich sieht (z. B. bei Fig. 213).

Fig. 212.
Sigillaria Voltzii.

Fig. 213.
Sigillaria elegans.

Rinde und entrindeter Stamm (Steinkern) von Sigillarien.

2) Die Lepidodendron-Arten, welche gewöhnlich für baumartige Lycopodiaceen gehalten werden, obgleich nach C. Müller die Lycopodien der Jetztwelt ihre Blätter nicht verlieren und folglich auch keine Blattnarben zeigen können, bilden gewaltige, cylindrische, ungegliederte, sich gabelig verzweigende Stämme, deren Oberfläche dicht mit abgerundet rhomboidalen, oft stark in die Länge gezogenen, oder auch sechseckigen, spiralig um den Stamm herumziehenden, Narben, auf denen lineare Blätter saßen, bedeckt sind. Die einzelnen Narben bilden vierkantige, auf ihrer Spitze abgestumpfte, Höcker und sehen den Schuppen von Kiefernzapfen nicht unähnlich (Fig. 214).

a

Stammstück vom zierlichen Schuppenbaume mit Blattansätzen (b) bedeckt (sehr verkleinert).

b

Blattansätze vom zierlichen Schuppenbaume (in natürlicher Größe).

Fig. 214. Lepidodendron (Lycopodites) elegans.

Die Sigillarien mit ihren Stigmarien und nächst ihnen

§. 327. die Lepidodendren haben wohl in den meiſten Fällen das Hauptbildungsmaterial der Steinkohlen geliefert und ſind in dieſen ſo in mineralähnliche Kohlenmaſſe umgewandelt, daß man nur noch ſelten ihre vegetabiliſche Form erkennen kann, aber ſie kommen auch noch theils in wirr unter einander liegenden, plattgedrückten, theils auch in aufrecht ſtehenden, cylindriſchen und dann bisweilen noch mit Wurzeln verſehenen Stämmen von 20 bis 100 Fuß Länge und 2 bis 3 Fuß Dicke vor. In der Regel erſcheint dann das Innere ihres Stammes mit Schieferthon oder Sandſteinmaſſe, bisweilen aber auch mit verkieſeltem Holzgewebe erfüllt, während ihre Rinde angekohlt oder auch verſteint iſt. Am meiſten findet man ſie in dieſer Geſtalt in den Sandſteinſchichten oder auch in den Schieferthonen zwiſchen den Steinkohlenflötzen wurzelnd.

Solche Waldüberreſte der ehemaligen Steinkohlenflora ſieht man vorzüglich da, wo die Ablagerungen der carboniſchen Sedimente in ſenkrechten Wänden entblößt zu Tage ſtehen, ſo z. B. ſehr ſchön bei le Treuil im Kohlenbaſſin von St. Etienne (ehemals), in der Grube Parkfield bei Wolverhampton in Staffordſhire, in Neuſchottland an den Küſten der Fundybay (Fig. 215).

Fig. 215.
Aufrecht ſtehende, foſſile Baumſtämme in der Kohlenmine von le Treuil.

B. **Phanerogamiſche, nacktſamige Gewächſe.** — Zu ihnen gehören namentlich

a. aus der Familie der Cycadeen oder Sagopalmen die Noeggerathia (aequalis, distans, foliosa und flabellata), welche in manchen Kohlengebieten (z. B. nach Goldenberg bei Saarbrücken) das Bildungsmittel von ganzen Kohlenflötzen abgegeben hat, und

b. aus der Familie der Coniferen die Gattung Araucarites, deren Art Araucaria carbonaria nach Göppert in den schlesischen Steinkohlenlagern vorzüglich das Bildungsmittel der Faserkohle gewesen ist.

Fortsetzung. — b. Die Fauna der Steinkohlenzeit. — Während die Flora der Steinkohlenzeit durchweg Moor-, Sumpf- und Strandpflanzen, kurz lauter Landgewächse zeigt, kommen in der Thierwelt dieses Zeitalters vorherrschend Bewohner des Meeres, sodann aber auch noch, — wenn auch nur sparsam —, Thiere des Landes und der Süßwasser vor. Die Meeresbewohner finden sich fast ausschließlich in der unteren oder pelagischen Kohlenformation, so namentlich in dem Kohlen- und Culmkalke, die Landes- und Süßwasserthiere aber treten vorzüglich in den Schieferthonen und feinkörnigen Sandsteinen der oberen oder limnischen Kohlenformation auf, jedoch machen sich auch einige derselben in der Gesellschaft von echten Meeresthieren in der Culmformation bemerklich, ein Beweis, daß diese Formation namentlich mit ihren Schiefern ein Strandgebilde ist, welches einerseits durch Landgewässer Schieferschlamm und Süßwasserconchylien und andererseits durch Meeresfluthen Kalkschlamm mit Meeresconchylien zu seiner Bildung erhielt. §. 328.

I. Was nun zunächst die Meeresthiere der unteren oder marinen Kohlenformation betrifft, so erscheint nach ihnen das Zeitalter dieser Formation als ein Uebergangsstadium von dem Devon zur Dyas, indem in ihm mehrere Familien von Thierarten aus der devonischen Zeit zum letzten Male auftreten (— so von Krinoideen die Blastoideen, von Trilobiten nur noch die Gattung Phillipsia —), während andere Familien der späteren Dyaszeit jetzt zum ersten Male in bedeutender Entwickelung zum Vorscheine kommen (— so namentlich die Productus-Arten, Feneſtellen und die mit Knorpelskelet und ungleichen Schwanzflossen versehenen (heterocercalen) kleinschuppigen ganoidischen Fische. Dieses vorausgesetzt, erscheinen nun als besonders eigenthümlich für die marine Kohlenformation, und namentlich für den Kohlenkalkstein, folgende Organismenreste:

a. aus der Classe der Foraminiferen: die etwa weizenkorngroße und einem winzigen Nautilus ähnliche Fusulina cylindrica (Fisch.), welche im Kohlenkalke Spaniens, Rußlands und Nordamerikas in gewaltiger Menge vorkommt (Fig. 216);

b. aus der Classe der Korallen und namentlich der Gruppe der Zoantharia rugosa: Lithostrotion basaltiforme Phil. (Fig. 217) und der Gruppe der Zoantharia tabulata: Amplexus coralloides; außerdem noch zahlreiche Calamaporen, Syringoporen, Cyathophyllen und Cyathaxonien;

Fig. 216.
Fusulina cylindrica.

Fig. 217.
Lithostrotion floriforme.

§. 328. c. aus der Claſſe der Echinodermen und zwar
1) aus der Ordnung der Krinoiden: Cyathocrinus caryocrinoides, Actinocrinus polydactylus, Poteriocrinus crassus und conicus, Platicrinus laevis und vor allen Pentatrematites florealis Say (Fig. 218) und piriformis Say;

Fig. 218.
Pentatrematites ovalis

2) aus der Ordnung der Echiniden der Palaeechinus und der langſtachelige Archaeocidaris;

d. aus der Claſſe der Mollusken und zwar
1) aus der Ordnung der Brachiopoden, vor allen Productus semireticulatus (Fig. 219), giganteus und noch mehrere andere Arten der Gattung Productus, von welcher man allein in der Steinkohlenformation 47 Arten kennt; ferner aus der Gattung Spirifer, welche überhaupt in dieſer Formation ihre höchſte Entwickelung erreicht, namentlich der Spirifer striatus [Mart.] (Fig. 220) und Spirifer glaber (Fig. 221)

Fig. 219. Productus semireticulatus.

Fig. 220. Spirifer striatus.

Fig. 221. Spirifer glaber.

und lineatus; endlich aus der Gattung Chonetes die Chonetes papilionacea Phill. (Fig. 222);

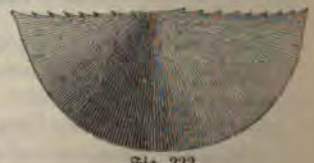


Fig. 222.
Chonetes papilionacea.

2) aus der Ordnung der Conchiferen zahlreiche Arten der Gattung Conocardium, ſo das mit

einem stiel- oder flügelförmigen Ansatz an der Muschelschale versehene Conocardium aliforme Sow. (Fig. 223), und der Gattung Posidonomya, so vor allen die Posidonomya Becheri Bronn (Fig. 224), welche vorzüglich in den Thonschiefern des Culm vorkommt (daher: Posidonomyenschiefer); §. 328.

Fig. 223.
Conocardium aliforme.

Fig. 224.
Posidonomya Becheri.

3) aus der Ordnung der Gasteropoden vor allen eine große Zahl Arten der Gattung Euomphalus (so Euomphalus tabulatus Phill., catilus Sow., Dionysii Goldf. (Fig. 225), Chemnitzia (Chem. constricta) und Pleurotomaria (Pleur. carinata und insculpta);

Fig. 225.
Euomphalus Dionysii.

4) aus der Ordnung der Heteropoden namentlich Arten der Gattung Bellerophon, so der einem kleinen Nautilus ähnliche Bellerophon costatus Sow. (Fig. 226);

Fig. 226. Bellerophon costatus.

5) aus der Ordnung der Cephalopoden namentlich Orthoceras giganteum Sow., Cyrtoceras rugosum Kon., Nautilus cyclostomus Phill. und Nautilus globatus Sow., vor allen aber Goniatites sphaericus Haan (Fig. 227) mit

Fig. 227.
Goniatites sphaericus.

§. 328. ſeiner, im Culm vorkommenden Abart crenistria Haan, Listeri Phill. und diadema Kon.

e. aus der Claſſe der Cruſtaceen und zwar

1) aus der Ordnung der Trilobiten nur noch die kleine Phillipsia pustulata Schloth. (Fig. 228), mit welcher die im Silur und Devon ſo mächtig und mannichfaltig entwickelte Trilobiten-Ordnung zu Ende geht und

Fig. 228. Phillipsia pustulata.

Fig. 229. Limulus rotundatus.

2) der Ordnung der Entomoſtracen oder Schildkrebſe mit der Art Limulus rotundatus (Fig. 229) und mehreren Arten Cypris Platz macht;

f. aus der Claſſe der Fiſche und zwar

aus der Ordnung der heterocercalen, kleinſchuppigen Ganoiden namentlich die Gattungen Palaeoniscus und Amblypterus (Fig. 230) und der echten Knorpelfiſche

Fig. 230. Amblypterus macropterus Bronn.

die Gattungen Ctenodus, Psammodus und Xenacanthus, theils in vollſtändig erhaltenen Exemplaren, theils nur in Zähnen und oft fußlangen Floſſenſtacheln. Agaſſiz giebt 152 Arten Fiſche, nicht bloß aus der marinen, ſondern auch aus der limniſchen Steinkohlenperiode an. Reich an Fiſchen ſind beſonders die Kohlenſchiefer und Sphäroſideritnieren des Pfälziſch-Saarbrücker und engliſchen Kohlengebirges.

II. Unter den Thierreſten der limniſchen Steinkohlenformation machen ſich vorzüglich Süßwaſſermuſcheln aus den Gattungen Unio (carbonarius Bronn, phaseolus Kon. und tellinarius Goldf.), Cyrena und Anodonta in den Schieferthonen der productiven Steinkohlenformation geltend. Außerdem hat man auch in dieſen Schieferthonen und ſelbſt in den Steinkohlenflötzen die erſten Spinnenthiere (ſo Skorpione

bei Radnitz in Böhmen und eine echte Spinne in Oberschlesien), sowie die ersten Insekten (so die Flügel von Schaben [Blatta] bei Wettin, bei Saarbrücken, in England und Neuschottland, einige Käfer bei Coalbrookdale in England, Termiten und Heuschreckenflügel) gefunden. Endlich aber kommen auch in den Schieferthonen und Sandsteinen der productiven Steinkohlenformation die ersten Reptilien vor und zwar aus der merkwürdigen Familie der Froschsaurier oder Labyrinthodonten, — einer Thierfamilie, welche sich durch ihre Schuppenpanzer und ihre großen, konischen, eingekeilten Zähne den eigentlichen Eidechsen und durch ihren doppelten Hinterhauptsgelenkknopf, ihre großen Gaumenlöcher und ihre kurzen Rippen den Lurchen, Molchen oder Batrachiern anschließt. Unter den acht Gattungen und 11 Arten derselben erscheinen besonders die Reste von Hylonomus und Dendrerpeton wohl erhalten. Als molchartige Thiere müssen sie sich besonders in und an schlammigen Wasserpfuhlen aufgehalten haben; dafür sprechen auch die Abdrücke von Füßen, welche man z. B. auf den Schichtflächen von Kohlensandsteinen in Neuschottland und Pennsylvanien schon oft gefunden hat.

Mit den Froschsauriern schließt die Schöpfung der Thiere am Schlusse des carbonischen Zeitalters ab, wenn anders die großen biconcaven Wirbelknochen, welche man in Neuschottland gefunden und für Reste von schwimmenden Sauriern oder Enaliosauriern gehalten hat, nicht noch eine höhere Stufe von Reptilien andeuten.

Nach allem eben über die Pflanzen- und Thierwelt der Steinkohlenzeit Mitgetheilten ergiebt sich Folgendes:

1) Zum ersten Male treten nicht bloß Meeresgeschöpfe, sondern auch Land-, Sumpf- und Süßwasserorganismen auf;
2) in dem Gebiete der Meeresformation macht sich eine Fortentwickelung der unteren, wirbellosen Thiere bemerklich, bei welcher mehrere devonische Geschlechter und Familien aussterben, während neue Geschlechter auftauchen, von denen indessen die einen schon am Ende der Steinkohlenzeit wieder verschwinden, während andere noch in die Dyaszeit hinreichen. Dabei war namentlich das untere Steinkohlengebiet sehr reich an Arten, da man gegenwärtig schon über 1400 derselben kennt;
3) in dem Gebiete der Süßwasser- und Landformation dagegen tritt die Schöpfung ganz neuer Pflanzen- und Thierordnungen in großartigem Maße hervor. Mächtige Gefäßkryptogamen bildeten im Vereine mit Cycadeen und Coniferen üppige Baum- und Gesträuchdickichte, an deren Bäumen die ersten Spinnen und Insekten sich herumtummelten, während sich in dem pfuhligen Boden unter ihnen mächtige Salamanderreptilien umherwälzten.

Verbreitung und Gliederung der Steinkohlenformation in verschiedenen Landesgebieten. — Wie schon früher angedeutet, so besitzt im Allgemeinen die Steinkohlenformation gegenwärtig ihre Lagergebiete vorzüglich in den Mulden und Thälern am Rande der aus Gneiß-, Ur- §. 329.

§. 329. glimmerſchiefer- oder Grauwacke-Thonſchiefer beſtehenden Gebirgsländer oder auch in den weiten, beckenförmigen Ebenen ſolcher Landesmaſſen, welche von den eben bezeichneten Gebirgsländern umſchloſſen und begrenzt werden und während der Bildungszeit der Steinkohlenformation noch weite Meeresbuſen waren.

A. In Europa umfaßt wohl die große Nordſeemulde, welche ehedem von der halbkreisförmigen Ur- und Uebergangsgebirgsinſel Britanniens und des belgiſch-rheiniſchen Schiefergebirges umſchloſſen wurde, gegenwärtig aber durch den Canal von Calais aus einander geriſſen erſcheint, die zwei wichtigſten Steinkohlengebiete.

a. Das weſtliche und größte dieſer beiden Gebiete umfaßt Großbritannien. Dieſes, etwa 460 bis 490 Quadratmeilen umſpannende, Gebiet umgürtet zunächſt den Canal und Buſen von Briſtol und zieht dann theils dem Gneiß-, theils dem Silur-Devongebirge folgend an der Weſtſeite Englands hin nach Schottland, in deſſen ſüdlichem Theile es die ganze Breite dieſes Landes einnimmt und dann weſtwärts von der iriſchen See bedeckt wird, aber jenſeits derſelben in Irland wieder auftaucht, um das Silurgebiet zwiſchen der Dundalk- und Belfaſt-Bay an ſeiner Weſtſeite zu umfaſſen. Jedenfalls iſt dieſes iriſche Steinkohlengebiet als die, durch den Nordcanal losgeriſſene, Fortſetzung des ſchottiſchen zu betrachten. Indeſſen erſcheint auch die in England ſelbſt vorhandene Steinkohlenformation hauptſächlich durch die weit vorſpringenden Nebenketten des Devongebirges, zum Theil aber auch durch Ueberlagerungen von jüngeren Formationen in mehrere iſolirte Becken (— ſo in das Becken von Südwales, Derbyſhire, Yorkſhire, Northumberland ꝛc. —) zertheilt.

In dem britanniſchen Steinkohlengebiete erſcheinen alle Glieder der Steinkohlenformation entwickelt. In Südwales (im Forest of Dean und bei Briſtol) beginnt dieſelbe im Thale des Avon mit einer Wechſellagerung von Cypridinenſchiefern und mannichfach gefärbten Kalkſteinen. Ueber dieſem unterſten Gliede folgt nun in mächtiger (bis 1900 Fuß mächtiger) Entwickelung im ſüdlichen und mittleren England der Kohlenkalkſtein, welcher in ſeinen unteren Regionen von Krinoiden, in ſeinen oberen aber von Korallen ſtrotzt. Ueber ihm lagert (z. B. in Derbyſhire, Yorkſhire, Yorethale u. a. O. eine mehr oder weniger mächtige Wechſellagerung von Schieferthon, Sandſtein und Posidonomya Becheri und Goniatites sphaericus führenden, alſo dem Culm entſprechenden, Kalkſtein. Sowohl über dem eigentlichen Kohlenkalkſtein, wie über den letztgenannten Culmſchichten lagert nun weiter in 300 — 600 Fuß mächtiger Entwickelung der Mühlenſandſtein oder Millſtonegrit oft mit Zwiſchenſchichten von Kohlenneſter führenden Schieferthonen. In Irland ſchließt mit dieſem Sandſteine die ganze Steinkohlenformation; in England und Schottland dagegen folgt nun über ihm die obere, eigentliche oder productive Kohlen-

formation mit ihren Sandſteinen, Schieferthon und zahlreichen §. 329.
(z. B. in Südwales mit 76) Kohlenflötzen und einer Mächtigkeit von 2000 bis 9000 Fuß. —

So iſt im Allgemeinen die Gliederung der britanniſchen Steinkohlenformation. Nur Irland, in welchem, wie oben ſchon geſagt, nur die untere, ältere Abtheilung dieſer Formation bis zum Millstonegrit entwickelt iſt, und das Kohlengebiet von Süd-Staffordſhire, in welchem nur die productive Steinkohlenformation unmittelbar über dem ſiluriſchen Wenlockkalkſteine vorkommt, macht von dieſer Gliederung eine Ausnahme.

b. Als Fortſetzung der britanniſchen iſt die Steinkohlenformation Belgiens und Weſtphalens zu betrachten. Sie bildet einen Wall zwiſchen den Alluvionen des Tieflandes und des Devongebietes der Ardennen und der Hohen Veen weſtlich vom Rhein und zieht dann, durch die jüngeren Formationen des Rheinthales überdeckt oder unterbrochen, oſtwärts von dieſem Thale ebenfalls als eine nördliche Umſäumung des weſtphäliſchen Devons durch das Ruhrthal über Dortmund, Arnsberg bis Stadtberge.

1) Die belgiſche Steinkohlenformation, welche zu beiden Seiten des Sambre- und Maasthales lagert und hauptſächlich an den Orten Valenciennes, Mons, Namur, Lüttich und Aachen aufgeſchloſſen iſt, erſcheint der engliſchen Steinkohlenformation ſehr ähnlich entwickelt, indem in ihr noch der Kohlenkalkſtein das unterſte Glied bildet, auf welchem ſich dann der Millstonegrit mächtig entwickelt ausbreitet und endlich über ihm die productive Steinkohlenformation (z. B. bei Mons, Namur und Aachen) lagert.

2) Die weſtphäliſche oder Ruhr-Steinkohlenformation dagegen zeigt aus der unteren oder älteren Abtheilung dieſer Formation nur noch bei Ratingen den Kohlenkalk. Er bildet hier gewiſſermaßen das 700 Fuß hohe, aber durch das Rheinthal abgeriſſene, öſtliche Vorgebirge des engliſch-belgiſchen Kohlenkalkriffes, und zieht ſich von Ratingen aus über Eggerſcheid, Velbert und Richrath bis zum Hofe Limbeck, nördlich von Elberfeld. Oeſtlich von Richrath tritt dann an ſeine Stelle eine bis 1200 Fuß mächtige Ablagerung von, Posidonomya Becheri, Goniatites sphaericus, Orthoceras striolatum, aber auch Productus semireticulatus führendem, Culm. Ueber ihm folgt ein Wechſel von grauwackeähnlichem flötzleerem Sandſtein und Schieferthon, auf welchem dann die obere oder productive Steinkohlenformation mit einer Mächtigkeit von 6200 Fuß (bei Eſſen) und 83 Kohlenflötzen (darunter 58 bauwürdigen mit 155 Fuß Kohle) lagert.

§. 330. welt der carbonischen Periode zum großen Theile nicht mehr oder doch nur kümmerlich in einzelnen ihrer Glieder gedeihen konnte. Ihre Wachsthumsgebiete waren theilweise ganz trocken gelegt, theils auch von dem Schutte gewaltiger Porphyr-Eruptionen zugefüllt worden. Wenn nun auch jetzt wieder Senkungen der Ablagerungsmassen eintraten, so konnte doch die Meeresfluth am Schlusse der Carbonperiode die Oberhand nicht in dem Grade erhalten, daß sich am Umfange der bereits vorhandenen Inselländer wirkliche Meeresablagerungen zu bilden vermochten. Vielmehr bestand das Bildungsmaterial, welches am Schlusse der Steinkohlenperiode neue Erdrindemassen zusammensetzte und gewissermaßen den gigantischen Grabhügel auf der ausgestorbenen Pflanzenwelt der Steinkohlen aufhäufte, aus lauter Gesteinstrümmern, welche theils durch die Porphyr-Eruptionen, theils durch den Verwitterungsproceß der, die vorhandenen Inseln zusammensetzenden, Felsarten entstanden und durch Regenströme und Landesgewässer nach dem Meere hin geschwemmt und an dem Strande desselben aufgehäuft wurden. Lauter Strandgebilde also waren es, welche in dem ersten Zeitraume nach der carbonischen Periode neue Erdrindelagen zusammensetzten und die in der Regel braunroth gefärbten, grob- und verschiedentrümmerigen Conglomerate, Breccien, Sandsteine und Schieferthone schufen, aus denen die über der Steinkohlenformation zunächst lagernde Formation des Rothliegenden entstand. Und ebenso waren es nur durch die Gewässer der Inseln zusammengefluthete Landpflanzen, welche in der ersten Zeit dieser neuen Periode noch Material zur Bildung von in der Regel schwachen Steinkohlenflötzen lieferten.

Schon während der Ablagerung dieser gewaltigen Strandgebilde traten indessen von Neuem starke Landesschwankungen rings um die Inselländer ein, in Folge deren die eben erst entstandenen Ablagerungen des Rothliegenden theils so hoch über den Meeresspiegel emporgehoben wurden, daß sie nun weit ausgedehnte Vorgebirgsrücken um die Inseln herum bildeten, theils so tief in das Meeresbett hinabsanken, daß sich auf ihrer Oberfläche wieder wirkliche Meeresablagerungen aus Kalkstein, Gyps, Steinsalz und Dolomit bilden konnten, aus denen dann die über dem Rothliegenden lagernde Zechsteinformation entstand.

So besteht demnach die Dyasgruppe da, wo sich Rothliegendes und Zechsteinformation als zwei, durch petrographische und paläontologische Beschaffenheit von einander verschiedene und über einander lagernde, Formationen darstellen,

in ihren unteren Ablagerungen d. i. im Rothliegenden aus Strand- und Süßwasser- oder Buchtengebilden,

in ihren oberen Ablagerungen d. i. in der Zechsteinformation aber aus Meeresgebilden.

Sie gleicht also in dieser Beziehung der Steinkohlenformation; nur bestehen bei dieser die unteren Glieder aus Meeres- und die oberen aus Strand- und Süßwassergebilden.

Nun erscheinen aber in Rußland, wie in Nordamerika die Glieder des Rothliegenden und des Zechsteines so unter einander in Wechsellagerung, daß von einer Trennung dieser Ablagerungen in zwei besondere Forma-

tionen nicht wohl die Rede sein kann, weshalb auch Murchison schon 1841 für diese namentlich im Gouvernement Perm in starker Entwickelung auftretende Reihe von Ablagerungen den Namen: Permische Formation wählte. Diese, als Stellvertreterin der deutschen und englischen Dyas zu betrachtende und namentlich im westlichen Amerika und in Rußland entwickelte, Formation ist, ähnlich wie der Culm der Steinkohlenformation, als ein Meerbusengebilde zu betrachten, welches seine Bildungsmaterialien abwechselnd durch Flüsse des Landes und Wellenströmungen des Meeres erhielt.

1. Die Formation des Rothliegenden. (Früher Rothtodtliegendes genannt, weil man glaubte, daß es taub oder todt an Erzlagerstätten sei. Der Namen „Rothliegendes" rührt von der vorherrschend braunrothen Färbung aller hierher gehörigen Gesteine her und bildet den Gegensatz zu dem „Grauliegenden" oder „Weißliegenden", welches die Unterlage oder das Liegende des so begehrten Kupferschiefers bildet. — In England: Lower New Red Sandstone).

§. 331. **Ablagerungsgebiet, Mächtigkeit und Bildungsmassen im Allgemeinen.** — Die Glieder des Rothliegenden lagern da, wo die Steinkohlenschichten vorhanden sind, unmittelbar über diesen; wo aber diese letzteren nicht zur Entwickelung gelangt sind, erscheinen sie unmittelbar theils auf einer der Grauwackeformationen, theils auch auf den Urschiefern oder dem Gneiße lagernd. Ihre Decke wird dann gewöhnlich von den Gliedern des Zechsteins oder, wo dieser fehlt, von den unteren Gliedern der Buntsandsteinformation gebildet. Nicht selten kommt es indessen auch vor, wie z. B. am nordwestlichen Ende des Thüringer Waldes in der Umgegend Eisenachs, daß die Massen des Rothliegenden deckenlos ihre Bergketten rings um die aus älteren Formationengliedern bestehenden Gebirgsgebiete ausbreiten und ein Vorgebirge bilden, welches dann an seinem Außenrande nochmals von einem, aus Zechsteingliedern bestehenden, Ringwall umschlossen wird.

Die Ablagerungsmassen des Rothliegenden, welche in manchen Gebieten eine Mächtigkeit von 800 bis 1000 Meter erreichen (z. B. bei Eisenach und in Bayern), bestehen vorherrschend aus groben, mono- oder polygenen Conglomeraten und Sandsteinen, welche ein braunrothes, thoniges, lehmiges oder lettenartiges Bindemittel haben, welches dann auch für sich allein als rother Schieferthon, Schieferletten oder Röthelschiefer mehr oder minder mächtige Zwischenschichten zwischen den Conglomeraten und Sandsteinen bildet. Zu diesen Hauptgesteinen gesellen sich sehr häufig namentlich in der unteren Abtheilung dieser Formation Breccien, Conglomerate und Sandsteine mit einem kieselsäurereichen, felsitähnlichen Bindemittel, welches sich wie eine, durch Wasser geschlämmte und von erstarrter Kieselsäure durchzogene, Porphyrasche oder auch bisweilen wie ein Porphyrschmelz verhält. Außerdem aber kommen ebenfalls in der unteren Abtheilung dieser Formation (— gewissermaßen als der letzte Rest der Steinkohlenformation oder auch als der letzte Versuch der großartigen Steinkohlenflora, nochmals ihr Reich aufleben zu lassen —), auch graue Sandsteine und bituminöse Schieferthone mit gewöhnlich nicht sehr mächtigen und zahlreichen Steinkohlenflötzen und mehr oder minder zahlreichen Nieren von thonigem Sphärosiderit vor. Da-

gegen erscheinen Kalkstein- und Dolomitbildungen nur selten und dann auch nur in unbedeutenden Lagermassen in dem Gebiete des Rothliegenden.

§. 332. **Nähere Betrachtung der Hauptbildungsmassen.** — Nach dem eben Mitgetheilten ist das Rothliegende so recht eigentlich eine Conglomerat- und Sandsteinformation, deren Bildungsmaterial theils durch vulcanische Eruptionen, theils durch den Verwitterungsproceß aus den schon vorhandenen Erdrindemassen geschaffen und dann durch Wasserfluthen zusammengeschwemmt wurde.

Wie im nächsten Paragraphen weiter gezeigt werden wird, so traten theils schon kurz nach der Bildungszeit der Steinkohlenformation und vor den ersten Ablagerungen des Rothliegenden, theils erst während der Entwickelungszeit desselben massenhafte Eruptionen von Porphyren und auch von Melaphyren auf. Aus der Asche oder auch der Zertrümmerungsmasse namentlich der Porphyre entstand unter dem Einflusse des Wassers ein Schlamm, dessen Masse durch Verwitterung theils in eine thonartige Substanz, theils aber durch die, — bei der Zersetzung frei werdende und von der eben erst entstandenen Thonsubstanz mechanisch angesogene und dann allmählich erstarrende, — Kieselsäure zusammengekittet und in eine bald mehr jaspis-, bald mehr felsitartige Masse umgewandelt wurde. Diese Masse nun bildete das Zusammensetzungsmaterial des schon im §. 214 beschriebenen Felsittuffes und häufig auch das Bindemittel der Porphyrbreccien und Conglomerate, indem sie Trümmer sowohl von dem mit ihr zugleich in die Höhe getriebenen Porphyrschmelze wie auch von später erst erfolgten Porphyrauswürfen in sich aufnahm (vgl. §. 206). Die in dieser Weise entstandenen Tuffe und Conglutinate des Rothliegenden gehören der älteren Entwickelungszeit des letzteren an, haben ein weit härteres, dem Felsite oft sehr ähnliches, dichtes oder poröses, Bindemittel, sehen gewöhnlich grauröthlichbraun, grau und grün gefleckt oder auch ganz grün aus, enthalten meist nur Trümmer von Felsitporphyr, sind in Schichten und Bänke abgetheilt und umlagern in der Regel (— häufig sogar echt mantelförmig —) die Porphyrkuppen. — Außer ihnen und oft in ihrer Gesellschaft kommen in der Umgebung der Porphyrberge auch noch ungeschichtete, echt pyrogene, aus einer mehr oder weniger umgewandelten und jaspisähnlich gewordenen, Felsitmasse bestehende, Tuffe und Porphyrbreccien vor, deren Grundmasse ihrem ganzen Habitus nach ein felsitischer Schmelz war, welcher kugelige Bomben und eckige Trümmer von Porphyr in sich aufnahm und theilweise mit sich verschmolz (vgl. §. 217).

Aus diesen pyrogenen Breccien, Conglomeraten, Tuffen und Sandsteinen besteht, wie schon angedeutet, vorherrschend die untere oder ältere Abtheilung des Rothliegenden namentlich in Gebirgen, in denen die Felsitporphyre mächtig entwickelt sind, so am Thüringer Walde, wie später da, wo von den Lagerungsverhältnissen der einzelnen Glieder des Rothliegenden die Rede ist, noch weiter gezeigt werden soll.

Wie nun die eben angegebenen pyrogenen Trümmergesteine vorherrschend die untere Abtheilung des Rothliegenden zusammensetzen, so wird nun die obere oder jüngere Abtheilung dieser Formation vorzüglich durch echte hydrogene, klastische Gesteine gebildet. — Schon die oben ge-

§. 332.

nannten Breccien und Tuffe wurden durch die Verwitterungspotenzen namentlich in ihrem Bindemittel so zersetzt, daß dasselbe zu rothem eisenschüssigem Thone wurde. Regenfluthen schwemmten dann dasselbe von seiner Mutterstätte weg und setzen es am Fuße der Porphyrberge und überhaupt an tieferen Orten sammt seinen Porphyrtrümmern wieder ab. Aus diesem Materiale entstanden die meist schon braunrothen, mit sandig-thonigem Bindemittel versehenen Porphyrsandsteine und eigentlichen Porphyrconglomerate, welche nach §. 237 Nr. 76 a außer ihrem rothem Thonbindemittel sich noch dadurch von den ihnen ähnlichen Breccien und pyrogenen Conglomeraten unterscheiden, daß die in ihnen vorhandenen Trümmer nicht bloß von Porphyr, sondern häufig auch von Felsittuff, Melaphyr, Granit und Quarz abstammen und in der Regel mehr oder weniger abgerundet und angewittert sind. Diese Sandsteine und Conglomerate liegen in der Regel entweder unmittelbar über den oben genannten pyrogenen Trümmergesteinen oder auch über den, in der unteren Abtheilung des Rothliegenden vorkommenden, Steinkohlengebilden, stehen mit rothen Sandsteinen und eigentlichen Schieferthonen in Wechsellagerung und sind als das unterste Glied der oberen Abtheilung des Rothliegenden zu betrachten. Alle über diesem Gliede lagernden Bildungsmassen der oberen Abtheilung des Rothliegenden nun sind aus den Verwitterungs- und Abschlämmungsproducten vorherrschend des Gneißes, Glimmerschiefers, Granites, Melaphyrs, Thonschiefers, — kurz der Bildungsmassen der Gneiß-, Urschiefer- und Thonschieferformationen entstanden; denn ihre Conglomerate enthalten nicht nur Trümmer dieser Gesteine, sondern auch ein rothes, thoniges, von zarten Glimmerblättchen durchzogenes, Bindemittel, so wie es noch gegenwärtig bei der Verwitterung der an schwarzem Glimmer und Hornblende reichen Gneiße und Thonschiefer, vor allen aber des Glimmerschiefers und Melaphyrs entsteht.

In den Schluchten zwischen den Glimmerschieferbergen bei Ruhla am Thüringer Walde lagert ein durch Verwitterung des Glimmerschiefers entstandener, braunrother, mit Glimmerbruchstücken und Quarzbrocken untermengter, Thon, welcher bei seiner Erhärtung einem Conglomerate des Rothliegenden täuschend ähnlich ist.

Aber weil nun die Ablagerungsmassen des oberen Rothliegenden ihr Bildungsmaterial meist den Gebirgsarten ihrer näheren Umgebung verdanken, so zeigen auch die Conglomerate derselben in verschiedenen Localitäten vorherrschend nur Trümmer von den Felsarten ihrer näheren Umgebung und erscheinen nur dann polygen, d. i. mit Trümmern verschiedener Art (— aber immer noch nur von Felsarten der Gebirgs- oder Ländergebiete, in deren nächsten Umgebung sie auftreten —) versehen, wenn sie durch Wasserfluthen von ihren ursprünglichen Bildungsorten fortgeschwemmt und erst in weiterer Entfernung von diesen letzteren wieder abgesetzt worden sind.

1) Das braunrothe Bildungsmaterial der Gesteine des Rothliegenden ist in der That das Zersetzungsproduct von Eisenoxyduloxyd haltigen Silicaten, so namentlich von schwarzem Glimmer, Hornblende und Augit. Dafür sprechen nicht bloß die jetzt noch sich bildenden Verwitterungsproducte des Glimmer-, Hornblende- und Urthonschiefers,

§. 332. Augit-, Diallag- oder Hyperſthen haltiger Felsarten. Für ſich allein den, mit den Conglomeraten und Sandſteinen in oft mächtigen Wechſellagerungen ſtehenden, eiſenſchüſſigen Schieferthon, Schieferletten oder Röthelſchiefer, bildend; durch Aufnahme von Quarz-, Feldſpath- und Hornblendeſand zu rothem Sandſtein und durch Mengung mit kopf- bis haſelnußgroßen Geröllen zu Conglomeraten werdend. Die auf dieſe Weiſe entſtandenen Conglomerate aber ſind nun je nach der Mannichfaltigkeit und Art ihrer Geſteinstrümmer:

α. monogene Conglomerate, welche vorherrſchend Trümmer von nur einer Felsart umſchließen und in der Regel in der nächſten Umgebung derjenigen Felsart auftreten, welche ihnen die Trümmer geliefert hat. Zu ihnen gehören namentlich das Porphyr-, Porphyrit-, Melaphyr-, Thonſchiefer-, Granit-, Glimmerſchiefer- und Quarzconglomerat;

β. polygene Conglomerate, welche die Trümmer von zugleich mehreren Felsarten umſchließen, in den §§. 237 und 239 ſchon beſchrieben worden ſind, in Wechſellagerung mit rothem Schieferthon und Sandſtein die obere Abtheilung des Rothliegenden in der Weiſe zuſammenſetzen, daß die vorherrſchend Quarztrümmer haltigen Conglomerate die untere, die hauptſächlich Granit-, Syenit- und Gneißtrümmer beſitzenden Conglomerate (§. 239) aber die obere Etage der oberen Abtheilung einnehmen. In der Regel ſetzen dieſe polygenen Conglomerate mit ihren Schieferthonen und Sandſteinen die Vorgebirgsketten am Rande der Gneiß-, Urſchiefer- und Grauwackegebirge zuſammen.

Außer den hydrogenen Conglomeraten verdienen auch die Sandſteine eine beſondere Beachtung. Gewöhnlich zeigen dieſelben in einem rothbraunen Thonbindemittel größere und kleinere, eckige und abgerundete Körner von Feldſpath und Quarz. Es kommen aber auch namentlich in der unteren Etage der oberen Abtheilung Lagen von Sandſteinen vor, welche faſt nur aus ſcharfkantigen, kryſtalliniſch ausgebildeten, weißen oder farbloſen, Quarzkörnern oder geradezu aus Quarzkryſtallen beſtehen und ſo wenig Bindemittel beſitzen, daß die einzelnen Kryſtallkörner ſich gegenſeitig berühren und die Sandſteinmaſſe ſcheinbar ein kryſtalliniſches Gefüge zeigt. Da dieſe Art von Sandſteinen vorzüglich in Schluchten zwiſchen Conglomeraten mit vielen in Zerſetzung begriffenen Syenit-Granittrümmern vorkommt, ſo iſt es nicht unwahrſcheinlich, daß ſie aus der Kieſelſäure, welche bei der Zerſetzung der Granittrümmer frei wurde, ihr Bildungsmaterial erhielt. — Zwiſchen den Granit- und Porphyr-Conglomeraten kommen außerdem auch Sandſteinſchichten vor, welche neben Quarz und Glimmer ſehr viel theils friſche, theils in Kaolin umgewandelte Feldſpathkörner und bisweilen ſo wenig Bindemittel beſitzen, daß ſie einer Arkoſe ähnlich ſehen. — Zwiſchen den Gneiß-Glimmerſchiefer-Conglomeraten ferner lagern auch Sandſteine, welche

§. 332.

so glimmerreich sind, daß sie vollkommen schiefrig und in Platten spaltbar erscheinen („Plattensandstein"). — Endlich kommen z. B. im Königgrätzer Kreise in Böhmen nach Reuß auch Sandsteine vor, welche ein Bindemittel von krystallinischem Kalk besitzen und diesen letzteren wahrscheinlich aus der Zersetzung der Kalkerde haltigen Gesteine ihrer Umgebung erhalten haben, wie denn überhaupt Kalkspathbildungen auf Schluchten und Spalten der Granit-, Porphyr- und Melaphyr-Conglomerate des Rothliegenden (z. B. bei Eisenach) eine sehr gewöhnliche Erscheinung sind. Die meisten dieser Kalkspathgänge kommen freilich in den oberen, — mit der stets Kalk spendenden, Zechsteinformation in Berührung stehenden, — Conglomeratenbänken vor.

4) Es zeigen sich indessen auch in mehreren Gebieten des Rothliegenden inmitten der, vorherrschend aus rothen Schieferthonen und Sandsteinen bestehenden, mittleren Etage der oberen Abtheilung dieser Formation kleinere und größere, gewöhnlich linsenförmige, Einlagerungen von dichtem Kalkstein, dessen Masse sogar Ueberreste von Fischen und Pflanzen umschließt — (so im Königgrätzer Kreise in Böhmen z. B. bei Braunau, Nachod, Ruppersdorf und Trautenau und ebenso bei Rottluff und Grüna unweit Chemnitz) —, oder von wahrem Dolomit (so bei Langenbernsdorf auf dem linken Muldeufer und bei Albendorf unweit Schömberg in Schlesien). — Bemerkenswerth ist bei diesen kalkigen Ablagerungen, daß sich hie und da in ihrer Gesellschaft auch Ablagerungen von bituminösem Mergelschiefer mit Koprolithen und Fischresten zeigen (so nach F. Römer bei Klein-Neundorf unweit Löwenberg in Schlesien), so daß es das Ansehen hat, als haben sich schon während der Bildungszeit des oberen Rothliegenden die Lebensverhältnisse so gestaltet, wie sie später erst während der Zechsteinperiode zur vollen Entwickelung kamen.

5) Während auf diese Weise in der oberen Abtheilung des Rothliegenden mancher Territorien schon die Lebensverhältnisse der späteren Zechsteinformation sich bemerklich machen, treten in der unteren Abtheilung dieser Formation in anderen Landesgebieten (— so bei Ilfeld am Südrande des Harzes, in den Buchten am Nordrande des Thüringer Waldes zwischen Ruhla und Friedrichsrode, in Sachsen bei Chemnitz, Wechselburg und Oberlungwitz, im Rakonitzer Kreise Böhmens —) nochmals Glieder der Steinkohlenformation auf, unter denen sich besonders bräunlichgraue, häufig glimmerreiche und dann zur Plattenbildung geneigte, Sandsteine, schwarzgraue, bald vollkommen-, bald wulstig-schiefrige, oft viel Pflanzenreste einschließende, Schieferthone, hie und da auch (z. B. in Böhmen bei Trautenau, in Mähren bei Oslawan, in Sachsen bei Grüna unweit Chemnitz und bei Salhausen unweit Oschatz) äußerst ölreiche Brandschiefer mit Fischabdrücken, und echte, aber in der Regel nicht mächtige und auch nicht zahlreiche, Steinkohlenflötze hervortreten. In der Regel (z. B. am Thüringer Walde) lagern sie in den Buchten der Porphyr- und Melaphyrberge über Porphyrtuffen

oder rothem, grobem, feldspathreichem, Sandsteine und werden dann von ähnlichem Sandstein oder auch von Porphyrconglomerat überlagert.

6) Schließlich sei hier noch der Kupfererze (Kupferglanz, Kupferkies, Malachit und Lasur) gedacht, welche in dem Rothliegenden mancher Gebiete (z. B. bei Böhmischbrod, Liebstadtl und anderen Orten in Böhmen, sowie bei Zwickau in Sachsen) vorkommen. Am meisten machen sie sich auf Klüften und Spalten der obersten, unmittelbar unter der Zechsteinformation lagernden, Etage des Rothliegenden und namentlich in den daselbst lagernden Schieferthonen und Sandsteinen bemerklich, zeigen sich aber auch fein eingesprengt und zertheilt in den letztgenannten Gesteinen, so daß dieselben grün gefleckt, geadert oder gestreift erscheinen. In allen diesen Fällen sind dieselben wahrscheinlich durch Auslaugungen des Malachites und der Kupferlasur mittelst Kohlensäurewassers aus den kupferreichen Sandsteinen und Schiefern der Zechsteinformation in die Spalten des Rothliegenden gerathen und dann seitwärts von den porösen Sandstein- und blättrigen Schieferthonmassen aufgesogen worden. In der prachtvoll entwickelten Zechsteinformation bei Epichnellen unweit Eisenach kann man dieses sehr schön beobachten; denn an diesem Orte erscheinen alle Spalten und Risse des rothen Schieferthons und Sandsteines vom Rothliegenden von einer durch Malachit gefärbten Kalkmasse erfüllt, welche unmittelbar aus dem, an Malachit reichen, Grauliegenden, welches die Decke des rothen Schieferthones bildet, abstammt.

§. 333. **Ablagerungsfolge der Glieder des Rothliegenden.** — Wie schon im Vorigen angedeutet, so ist die Formation des Rothliegenden nicht überall vorhanden und da, wo sie vorhanden, auch nicht überall in gleicher Weise und durch gleichartige Gesteinsablagerungen gebildet.

1) In der Regel bildet das Rothliegende da, wo es mächtig entwickelt ist, kammförmige Bergzüge, welche, einer der älteren Formationen aufliegend, die von diesen letzteren gebildeten Gebirgsländer wallförmig umgürten und zugleich die Unterlage der Zechsteinformation bilden. So ist es z. B. am Harze und am Thüringer Walde. Aber es giebt auch viele Gebirgsgebiete, in denen — wenn man das Grau- oder Weißliegende mit seinem Conglomerate und Sandsteine schon zur Zechsteinformation rechnet — das Rothliegende ganz fehlt und die letztgenannte Formation unmittelbar auf einer älteren Formation, namentlich auf der Grauwacke- oder Urschieferformation, lagert. So ist es z. B. in Westphalen bei Stadtberg (nach v. Dechen), bei Bieber und bei Allendorf in Hessen, bei Camsdorf in Thüringen und im Neustädter Kreise des Voigtlandes. Im Gouvernement Perm ist es geradezu mit der Zechsteinformation so untermischt, daß man beide Formationen nicht mehr trennen kann.

2) Ueberhaupt erscheint das Rothliegende trotz seiner oft mächtigen Entwickelung und auch weiten Verbreitung doch nur als eine mehr locale Erdrindebildung, indem selbst ihre Hauptablagerungsmassen nicht überall ein und dieselben sind, sondern verschieden erscheinen je nach dem Massenbestande derjenigen Gesteinsarten, welche das Bildungs-

material zu seinen Ablagerungen, namentlich seinen Conglomeraten, §. 333.
geliefert haben. Nur zwei seiner Ablagerungsmassen sind wohl überall vorhanden, nemlich seine rothen Schieferthone und Sandsteine; und außerdem scheint die braunrothe Färbung aller seiner Hauptbildungsgesteine eine überall vorkommende zu sein, da ja alle die älteren Gesteinsmassen, welche das Bildungsmaterial zu den Schieferthonen und durch diese zum Bindemittel seiner Conglomerate und Sandsteine lieferten, bei ihrer Zersetzung einen mehr oder weniger braunrothen Thon geben. — Wie nun die Ablagerungsmassen des Rothliegenden nicht immer ein und dieselben sind, so bleibt sich auch die Ablagerungsfolge dieser Massen nicht überall, — selbst nicht in einem und demselben Gebirgsgebiete, — gleich. Am besten wird man alle diese Verhältnisse erkennen, wenn man die Reihenfolge der Glieder des Rothliegenden aus verschiedenen Ablagerungsgebieten vergleichend neben einander stellt, wie es in beifolgender „Gliederung des Rothliegenden in verschiedenen Landesgebieten" versucht worden ist.

Bemerkung: Die für die Zusammenstellung der Gliederungstabelle benutzten Werke sind:

Naumann's Lehrbuch der Geognosie.

Gümbel: Beiträge zur Flora der Vorzeit, namentlich des Rothliegenden bei Erbendorf. 1860.

Beyrich: Das Rothliegende am Südabhange des Riesengebirges in der Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft VIII. 15 ff.

Senft: Das nordwestliche Ende des Thüringer Waldes in der Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft X. 319 ff.

oder rothem, grobem, feldspathreichem, Sandsteine und werden dann von ähnlichem Sandstein oder auch von Porphyrconglomerat überlagert.

6) Schließlich sei hier noch der Kupfererze (Kupferglanz, Kupferkies, Malachit und Lasur) gedacht, welche in dem Rothliegenden mancher Gebiete (z. B. bei Böhmischbrod, Liebstadtl und anderen Orten in Böhmen, sowie bei Zwickau in Sachsen) vorkommen. Am meisten machen sie sich auf Klüften und Spalten der obersten, unmittelbar unter der Zechsteinformation lagernden, Etage des Rothliegenden und namentlich in den daselbst lagernden Schieferthonen und Sandsteinen bemerklich, zeigen sich aber auch fein eingesprengt und zertheilt in den letztgenannten Gesteinen, so daß dieselben grün gefleckt, geadert oder gestreift erscheinen. In allen diesen Fällen sind dieselben wahrscheinlich durch Auslaugungen des Malachites und der Kupferlasur mittelst Kohlensäurewassers aus den kupferreichen Sandsteinen und Schiefern der Zechsteinformation in die Spalten des Rothliegenden gerathen und dann seitwärts von den porösen Sandstein- und blättrigen Schieferthonmassen aufgesogen worden. In der prachtvoll entwickelten Zechsteinformation bei Epichnellen unweit Eisenach kann man dieses sehr schön beobachten; denn an diesem Orte erscheinen alle Spalten und Risse des rothen Schieferthons und Sandsteines vom Rothliegenden von einer durch Malachit gefärbten Kalkmasse erfüllt, welche unmittelbar aus dem, an Malachit reichen, Grauliegenden, welches die Decke des rothen Schieferthones bildet, abstammt.

§. 333. **Ablagerungsfolge der Glieder des Rothliegenden.** — Wie schon im Vorigen angedeutet, so ist die Formation des Rothliegenden nicht überall vorhanden und da, wo sie vorhanden, auch nicht überall in gleicher Weise und durch gleichartige Gesteinsablagerungen gebildet.

1) In der Regel bildet das Rothliegende da, wo es mächtig entwickelt ist, kammförmige Bergzüge, welche, einer der älteren Formationen aufliegend, die von diesen letzteren gebildeten Gebirgsländer wallförmig umgürten und zugleich die Unterlage der Zechsteinformation bilden. So ist es z. B. am Harze und am Thüringer Walde. Aber es giebt auch viele Gebirgsgebiete, in denen — wenn man das Grau- oder Weißliegende mit seinem Conglomerate und Sandsteine schon zur Zechsteinformation rechnet — das Rothliegende ganz fehlt und die letztgenannte Formation unmittelbar auf einer älteren Formation, namentlich auf der Grauwacke- oder Urschieferformation, lagert. So ist es z. B. in Westphalen bei Stadtberg (nach v. Dechen), bei Bieber und bei Allendorf in Hessen, bei Camsdorf in Thüringen und im Neustädter Kreise des Voigtlandes. Im Gouvernement Perm ist es geradezu mit der Zechsteinformation so untermischt, daß man beide Formationen nicht mehr trennen kann.

2) Ueberhaupt erscheint das Rothliegende trotz seiner oft mächtigen Entwickelung und auch weiten Verbreitung doch nur als eine mehr locale Erdrindebildung, indem selbst ihre Hauptablager überall ein und dieselben sind, sondern verschi dem Massenbestande derjenigen Gesteinsart

material zu ſeinen Ablagerungen, namentlich ſeinen Conglomeraten, §. 333.
geliefert haben. Nur zwei ſeiner Ablagerungsmaſſen ſind wohl überall vorhanden, nemlich ſeine rothen Schieferthone und Sandſteine; und außerdem ſcheint die braunrothe Färbung aller ſeiner Hauptbildungsgeſteine eine überall vorkommende zu ſein, da ja alle die älteren Geſteinsmaſſen, welche das Bildungsmaterial zu den Schieferthonen und durch dieſe zum Bindemittel ſeiner Conglomerate und Sandſteine lieferten, bei ihrer Zerſetzung einen mehr oder weniger braunrothen Thon geben. — Wie nun die Ablagerungsmaſſen des Rothliegenden nicht immer ein und dieſelben ſind, ſo bleibt ſich auch die Ablagerungsfolge dieſer Maſſen nicht überall, — ſelbſt nicht in einem und demſelben Gebirgsgebiete, — gleich. Am beſten wird man alle dieſe Verhältniſſe erkennen, wenn man die Reihenfolge der Glieder des Rothliegenden aus verſchiedenen Ablagerungsgebieten vergleichend neben einander ſtellt, wie es in beifolgender „Gliederung des Rothliegenden in verſchiedenen Landesgebieten" verſucht worden iſt.

Bemerkung: Die für die Zuſammenſtellung der Gliederungstabelle benutzten Werke ſind:

Naumann's Lehrbuch der Geognoſie.

Gümbel: Beiträge zur Flora der Vorzeit, namentlich des Rothliegenden bei Erbendorf. 1860.

Beyrich: Das Rothliegende am Südabhange des Rieſengebirges in der Zeitſchrift der deutſchen geologiſchen Geſellſchaft VIII. 15 ff.

Senft: Das nordweſtliche Ende des Thüringer Waldes in der Zeitſchrift der deutſchen geologiſchen Geſellſchaft X. 319 ff.

§. 333. **Gliederung des Rothliegend**

Thüringen (Nordwestlicher Theil des Gebirges).	**Harz** (Süd- und Ostrand).
I. Obere Abtheilung (bei Eisenach).	**I. Obere Gruppe.**
a. Obere Etage: Zuoberst rother Schieferthon, darunter Porphyr- oder Granit-Gneiß-Glimmerschiefer-Conglomerate mit Zwischenschichten von rothem Sandstein und Schieferletten. — 780 Fuß mächtig.	Zuoberst rother Schiefe Sandstein (bei Mansfeld n phyrtrümmern); darunte phyr- und Porphyrco rat (bei Wiederstädt 50 Fuß dann rundkörniger, rot stein; dann eckigkörnig stein mit wenigem, oft ka Bindemittel und verkieselten stämmen. —
b. Mittlere Etage: Rother Schieferletten im Wechsel mit rothem Sandstein. — 150 Fuß mächtig.	In diese Gruppe gehören (z. B. bei Mansfeld vorko Melaphyre u. Melaphyrma
c. Untere Etage: Quarzconglomerat im Wechsel mit rothem Sandstein und Schieferthon. — (Im Bohrloche des Georgenthales über 2000 Fuß mächtig).	**II. Mittlere Gruppe.**
II. Untere Abtheilung (in den Gebirgsbuchten am nördlichen Abhange des Gebirges zwischen Ruhla und Friedrichsrode, namentlich an der Ehernen Kammer).	Vorherrschend rothe Sch feinkörnige, oft schiefrige, S Thonstein und 3 bis 6 Fuß Bänke von Hornquarz merat; außerdem zwei, 3 mächtige Lager von me ligem, in Thonstein ei tetem, Kalkstein.
a. Obere Etage: Graubraunes Porphyrconglomerat.	**III. Untere Gruppe.**
b. Mittlere Etage: Porphyrbreccie, Porphyrtuff und Porphyrsandstein, durchsetzt von Porphyren.	Zuoberst dünnschichtige, Meter mächtige, graue, roth Sandsteine mit rothem Sch und kleinkörnigem Quarzcon Darunter schiefrige Sandst körnige Conglomerate, Sch dünne Lagen von Brandsch Pflanzenresten (Farn). — B besteht diese untere Gruppe polygenen Conglomerate, a Sandsteine, Schieferthone Fuß mächtiges Kohlenflötz fol Unterlage der unteren Grup Grauwackeschiefer).
c. Untere Etage: Braungrauer Sandstein; darunter dunkelgrauer Sandstein und Schieferthon mit Abdrücken von Walchia piniformis und zwischen diesen einzelne Steinkohlenflötze; zuunterst grober rother Sandstein — (Die Sohle der ganzen unteren Abtheilung ist Glimmerschiefer oder Gneiß).	
[Nach Senft].	[Nach Hoffmann]

edenen Landesgebieten von:

§. 333.

Sachsen.		Bayern (bei Erbendorf, wenigstens 6000 Fuß mächtig).	Böhmen (am Südabhange des Riesengebirges).
g-Bassin nichen bis bau).	**Döhlener Bassin** (von Wilsdruff bis Maxen).	1) **Zone.** Hangendes rothes Conglomerat: nach unten meist rother Schieferletten und dann rothes Conglomerat mit Porphyr- und Quarzgeröllen. 900 Fuß mächtig.	**I. Obere Abtheilung.** Rothe Sandsteine u. Schieferthone, welche südlich von Trautenau ein mächtiges Lager von kalkigem Sandstein oder von Kalkstein und Dolomit einschließen. Unter ihnen lagern mächtig entwickelte Conglomerate (nördlich von Trautenau).
ere Ab-. Dunkel- unterst con- rtiger, zu- nkorniger, r Sand- 3. zwischen und Gro-	**I. Oberes Glied.** Unter einer Porphyrdecke lagert ein rothes, in seinen obersten Lagen schüttiges, nach unten festes Gneiß-Porphyr-Conglomerat mit sandig-thonigem Bindemittel.	2) **Graugrüne Schieferzone.** Meist graue Schieferthone und glimmerig-thonige Sandsteinschiefer. — 600 Fuß mächtig.	**II. Untere Abtheilung.** Zu oberst rothe thonige Sandsteine und Schieferletten mit Einlagerungen von dunkelgrauem, bituminösem, durch zahlreiche Pflanzen- u. Fischreste ausgezeichnetem, Mergelschiefer und dünnschichtigen, versteinerungsreichen, grauen oder röthlichen, Kalksteinen. Darunter sehr grobe Conglomerate.
ittlere lung. tfast schütt- nglome- t Trüm- n Quarz, und ver- Schiefern; lnen Zwi- von ro- ieferletten hen Chem- m Mulde- 600 Fuß	**II. Mittleres Glied.** Bunte, geschichtete Porphyrbreccie mit einem Kitte von Porphyrasche und mit Zwischenschichten von Porphyrsandstein (Porphyrtuff) und Thonstein (z. B. an den Bergen zwischen Döhlen u. Braunsdorf).	3) **Rothe Schiefer- und Porphyr-Conglomeratzone.** Nach unten rothe Feldspathsandsteine, dann sehr mächtige Rothelschiefer, zuletzt bunter Thonstein. — 1130 Fuß mächtig.	[Nach Beyrich].
Untere lung. r Wechsel kelrothem, ichem Por- Granulit- haltigem, rletten; theils ro- s grünlich- andstein so gefärb- nsteinen nglome- z. B. bei nd Ober-	**III. Unteres Glied.** Rother oder bunter, dünnschichtiger Thonstein mit Schieferletten (z. B. bei Döhlen und Braunsdorf). (Die Sohle wird von der Steinkohlenformation gebildet).	4) **Bunte Conglomeratzone.** Graues Quarzconglomerat, dann Feldspathsandsteine und Porphyrconglomerate mit rothem und buntem Schieferletten, endlich grauer Sandstein und Schieferthon mit dem ersten Brandschieferflötz. — 972 Fuß mächtig.	
umann].	[Nach Naumann].	5) **Hauptbrandschiefer u. graugrüne Sandsteinzone.** Graulichweiße und grünlichgraue Sandsteine, graue Schieferthone, röthlicher Schieferletten und 4 Brandschieferflötze mit zahlreichen Fischresten; darunter eine 25 Fuß starke Schieferthonbank mit postcarbonischen Pflanzen (Calamiten, Farnen und Walchien). — 1385 Fuß mächtig.	
		6) **Untere rothe Schiefer- und Sandsteinzone.** — 880 Fuß mächtig.	
		7) **Zone des Graurothliegenden.** Grünliche, graurothliche und weiße Sandsteine mit Schieferthonen und einem Brandschieferflötz. — 125 Fuß mächtig. (Die Sohle bildet die Steinkohlenformation).	
		[Nach Gümbel].	

Für diejenigen Ablagerungsgebiete des Rothliegenden, in denen dieſe Formation vorzugsweiſe vollſtändig und mächtig entwickelt erſcheint, wie z. B. am (nordweſtlichen) Thüringer Walde, kann man unterſcheiden:

A. eine untere oder ältere Abtheilung, welche vorherrſchend aus dem Eruptionsſchutte von Porphyren und Melaphyren entſtandene Geſteinsablagerungen und auch wohl Steinkohlengebilde zeigt und die Porphyrberge umlagert;

B. eine obere oder jüngere Abtheilung, welche aus dem Verwitterungsſchutte der älteren Formationenmaſſen und Eruptivgeſteine entſtanden iſt, vorherrſchend aus Conglomeraten und Sandſteinen mit braunrothem Thonbindemittel, ſowie aus rothen Schieferletten beſteht und gewöhnlich den Rand der Gebirge umgürtet und deren Vorgebirge bildet. — Von dieſer oberen Abtheilung des Rothliegenden kann man indeſſen je nach der Art ihrer Hauptablagerungen an vielen Orten, z. B. in der Umgebung Eiſenachs, drei Etagen oder Zonen unterſcheiden:

1) eine untere, vorherrſchend aus Wechſellagerungen von Quarzconglomeraten, Sandſteinen und dünnen Schieferlettenſchichten beſtehende;

2) eine mittlere, vorherrſchend aus Wechſellagerungen von rothem Schieferletten und Sandſtein beſtehende;

3) eine obere, vorherrſchend aus Wechſellagerungen von Porphyr-, Melaphyr-, Granit-, Syenit-, kurz von polygenen Conglomeraten, Sandſteinen und Schieferthonen beſtehende.

Indeſſen zeigt ſich auch dieſe allgemeine Eintheilung oder Gliederung des Rothliegenden nicht für alle Fälle gültig, wie die beifolgende Ueberſicht der Gliederung des Rothliegenden zeigt, nach welcher man am einfachſten eine untere, Brandſchiefer oder Steinkohlenglieder beſitzende und eine obere, bitumen- oder kohlenloſe, vorherrſchend aus rothen Schieferthonen, Sandſteinen und Porphyrconglomeraten beſtehende Abtheilung unterſcheiden kann.

§. 334. **Eruptivmaſſen des Rothliegenden.** — Schon aus dem im §. 332 Mitgetheilten erſieht man, daß mehrere der mächtigſten Ablagerungsmaſſen des Rothliegenden, — ſo die Porphyr- und Melaphyrbreccien und Conglomerate, die Porphyrtuffe und mehrere der ſogenannten Thonſteine, — ihr Bildungsmaterial den zum Theile zerſetzten Auswurfsmaſſen, vor allen der porphyriſchen und melaphyriſchen Aſche, zu verdanken haben. Außer dieſen pyrogenen Schuttmaſſen nun treten aber auch theils zwiſchen, theils über den geſchichteten, hydrogenen Ablagerungsmaſſen des Rothliegenden mehr oder minder mächtige und weit ausgedehnte, zuſammenhängende Lager und Decken ſowohl von eigentlichen Porphyren, wie von wahren, dichten, porphyriſchen und amygdaloidiſchen Melaphyren auf, welche in der Regel mit ſenkrecht in die Tiefe ſetzenden, maſſigen Gängen und außerdem häufig auch mit gewaltigen, ſich weit fortziehenden, klippigen Felsriffen und inſelartigen Kuppen von Porphyren oder Melaphyren in Verbindung ſtehen. Dieſe beiden Arten eruptiver Geſteine treten ſo häufig und ſo mächtig in dem Gebiete des Rothliegenden, wie in keiner anderen For-

mation (— wenn man von der Steinkohlenformation absieht —) auf, §. 334.
daß man die Bildungsperiode des Rothliegenden auch wohl als das Hauptzeitalter der quarzführenden Felsitporphyre, Porphyrite und Melaphyre bezeichnen kann.

Es muß in der That diese Bildungsperiode der Erdrinde eine sehr stürmische gewesen sein. Dafür sprechen nicht nur die gewaltigen Verschiebungen, Zerdrückungen und Umkippungen der Ablagerungsmassen namentlich des unteren Rothliegenden und die mächtigen, durch pyrogenes Bildungsmaterial entstandenen, Breccien- und Tuffablagerungen, sondern auch die zahlreichen, überall aus dem Rothliegenden hervorragenden Felsitporphyr-, Porphyrit- und Melaphyr-Felszüge und außerdem noch die zwischen den Ablagerungen des Rothliegenden massig und plattenförmig ausgebreiteten Decken und Lagen dieser Gesteine. Es darf darum auch nicht wunderbar erscheinen, daß so recht im Gegensatze zu der an Pflanzen so üppigen Steinkohlenperiode die Formation des Rothliegenden nur dürftige Ueberreste, — und zwar am ersten noch in ihren unteren Ablagerungsmassen, — von Gewächsen und Thieren wahrnehmen läßt, wie im folgenden Paragraph noch näher gezeigt werden wird.

Der Haupttummelplatz der porphyrischen und melaphyrischen Eruptionen scheinen hauptsächlich die tief einschneidenden Buchten am Rande der Gebirgsinseln oder die Meeresräume zwischen nahe liegenden Landesinseln gewesen zu sein. In diesen Gebieten fanden sie am ersten noch Durchbruchsspalten oder konnten sie noch am leichtesten sich solche Spalten erbrechen. Wenigstens spricht für diese Annahme ihr Hauptauftreten einerseits in den Randgebieten der gegenwärtigen Gebirge, sei es nun an den Nebenketten oder an den beiderseitigen Gehängen der Nebenthäler derselben, und andererseits in den Räumen zwischen zwei ehemaligen Gneiß-, Urschiefer- oder Grauwackeinseln.

Alles dieses kann man deutlich beobachten am Thüringer Walde, welcher so recht eigentlich ein Porphyrgebirge genannt werden kann. Dieses Gebirge hat ursprünglich aus wenigstens drei großen Urschieferinseln bestanden, welche in einer von Südosten nach Nordwesten streichenden Längenaxe hinter einander lagen, nemlich die Ruhla-Brotterode-Kleinschmalkalde-Friedrichsroder Insel, dann die Suhla-Ilmenauer Insel und endlich die südöstlich von letztgenannter Insel gelegene massige Grauwackeinsel des Frankenwaldes. An dem ehemaligen Nordwestabhange der Ruhlainsel tritt ein Porphyrzug auf, welcher vom Südwestabhange des Gebirges vom Dorf Etterwinden quer durch das jetzige Gebirge bis zum Nordabhange beim Dorfe Thale zieht und die Schwelle bildet, an welche sich das ganze nordwestliche, aus dem oberen Rothliegenden bestehende, Vorgebirge schließt. Weiter aber lagert nun am Südostabhange der Ruhla-Brotteroder Insel ein gewaltiger Porphyrzug, welcher die höchsten Berge des Gebirges (Beerberg, Schneekopf und Inselsberg) und mit den ihn umlagernden Ablagerungen des unteren Rothliegenden den ganzen Verbindungsrücken bis zur Ilmenauer Insel bildet, an deren Rand sich dann ein Querwall von Porphyrit und Melaphyr bis Schleusingen hin anlegt und gewissermaßen den Grenzwall zwischen ihr und der südöstlich gelegenen Grauwackeinsel darstellt. Von jedem dieser Hauptporphyrzüge gehen sowohl zum Nord-, wie zum Südrande des Gebirges Zweige ab, welche dann die Seitengehänge der Nebenthäler

§. 334. bald mit prall und maſſig in die Höhe ſteigenden Felswänden, bald mit jäh ſich erhebenden Obelisken und Pyramiden einnahmen. In dieſer Weiſe finden ſich faſt in jedem Thale des Nordabhanges vom Ruhlaer Thale an bis zum Ohregrund Porphyrdurchbrüche, ſo am Wintersteiner Grunde der koloſſale, aus ſchaligem Porphyr beſtehende, und von Breccien und Tuffen umkleidete, Meiſenſtein und im Lauchagrunde die großartigen Felspyramiden des Daten-, Hübel- und Uebelberges; aber ebenſo iſt es in den Seitenthälern des Südabhanges vom Luſtſchloſſe Altenſtein an bis zum Druſerthale und noch weiter.

Aehnlich wie am Thüringer Walde iſt es auch in den Gebieten des Rothliegenden anderer Gebirge, ſo in Schleſien, wo die Felſitporphyre in Begleitung von Melaphyren in einem weiten, von Schatzlar in Böhmen aus über Gottesberg und Waldenburg bis in die Nähe von Glatz ziehenden, nach Südoſten geöffneten, Bogen aus dem Rothliegenden des niederſchleſiſch-böhmiſchen Steinkohlenbaſſins hervortreten. — In Sachſen wird das Zwickauer und Oſchatz-Frohburger Rothliegende durch eine Felſitporphyrdecke in zwei Etagen getheilt; und am Südrande des Harzes iſt bei Ilfeld der Felſitporphyr im Gebiete des Rothliegenden ebenfalls mächtig entwickelt.

In vielen Gebieten des Rothliegenden ſind melaphyriſche Geſteine die treuen Begleiter der Felſitporphyre; ja es ſcheint, als wenn die letzteren erſt die Bahnbrecher für dieſe, in ihrem Gehalte und Habitus ſchwankenden, Geſteinsmaſſen geweſen ſeien, indem die Melaphyre vorherrſchend in der nächſten Umgebung der Porphyre, ja nicht ſelten unmittelbar neben ihnen hervortreten und dann auch ſogar ſeitwärts Apophyſen in die porphyriſchen Maſſen ſenden und außerdem mehr am Ausgange der Gebirgsſeitenthäler auftreten, während die Felſitporphyre den Hintergrund derſelben einnehmen. Auch dieſe Verhältniſſe kann man am Thüringer Walde, z. B. am Nordabhange im Laucha- und Ungeheuergrunde, am Südabhange aber im Druſerthale beobachten. Aber die melaphyriſchen Geſteine, ſo namentlich ihre Mandelſteine, treten auch für ſich allein in maſſig entwickelten Stöcken, Kuppen, Gängen und Zwiſchendecken ſowohl am Rande der Gebirge wie in dem Raume zwiſchen ehemaligen Gebirgsinſeln aus dem Gebiete des unteren Rothliegenden hervor. Dieſes iſt unter anderem der Fall am ſüdlichen Rande des Hundsrückes, wo die Melaphyrmandelſteine aus der Umgebung des Nahethales über Oberſtein bis über Annweiler in der bayeriſchen Pfalz in einer Reihe von mächtigen Stöcken auftreten. — Auch bei Ilfeld am Harz bildet der Melaphyr eine mächtige, dem Rothliegenden eingelagerte, Platte. — Endlich findet man ihn auch am Thüringer Walde in mehreren Gebieten des unteren Rothliegenden mächtig entwickelt, ſo im Wintersteiner Grunde, im Kaltwaſſergrund zwiſchen Kleinſchmalkalden und Friedrichsrode und am Südabhange des Gebirges in der Umgebung von Suhla. Aber am maſſigſten entwickelt erſcheint der Melaphyr am Südoſtrande des Gebirges zwiſchen Ilmenau und Schleuſingen; indeſſen iſt wohl der meiſte, in dieſem Gebiete auftretende, Melaphyr oder Glimmerporphyr (Glimmertrapp) nichts weiter als Porphyrit, welcher namentlich in der Umgebung von Ilmenau mannichfach entwickelt iſt (vgl. Beſchreibung des Por-

phyrits im §. 184 S. 528 u. f. und des Melaphyrs im §. 185 §. 334.
S. 530 u. f.).

Allem Anſcheine nach haben während der Entwickelungszeit des Rothliegenden wiederholt und zu verſchiedenen Zeiten Porphyreruptionen ſtattgefunden; dafür ſprechen nicht nur die verſchiedenen Abarten des Felſitporphyrs, welche ſich in einem und demſelben Gebiete finden und ſchon im §. 171 S. 492 u. f. näher beſchrieben worden ſind, ſondern auch die ſich wiederholenden Porphyrdecken zwiſchen verſchiedenen, über einander lagernden, Zonen des Rothliegenden.

Die älteſten dieſer Eruptionen, welche ſich namentlich in den unterſten Zonen des Rothliegenden zeigen, haben das härteſte, kieſelſäurereichſte Bindemittel, viel ausgeſchiedene, kryſtalliniſche Quarzkörner und verhältnißmäßig wenige und kleine Oligoklaskryſtalle, ſind häufig voll Druſen kleiner Quarzkryſtalle und gehen oft in Felſit (oder ſcheinbar auch in Hornſtein) über. — Jünger als dieſe ſind diejenigen Felſitporphyre, deren Bindemittel kieſelſäureärmer iſt, aber größere Quarzkörner und große, gut ausgebildete Orthoklaskryſtalle umſchließt. — Am jüngſten endlich ſind diejenigen Felſitporphyre, welche ein kieſelſäurearmes, thonſteinähnliches, Bindemittel, viel Quarzkörner und große oder kleine, meiſt ſchon in Zerſetzung begriffene Feldſpathkryſtalle enthalten und zwiſchen dem unteren und oberen Rothliegenden auftreten. Unter dieſen drei Abarten haben die älteſten das Hauptbildungsmaterial für die Porphyrbreccien und Felſittuff-Conglomerate geliefert, während die in ihrer Maſſe eingeſchloſſenen Trümmer ihrem Anſcheine nach von Porphyren der Steinkohlenzeit abſtammen; dagegen ſcheinen die, oft Bandjaspiſen ähnlichen, Porphyrtuffe oder Thonſteine (vgl. §. 214) ihrem Gehalte und Vorkommen nach den jüngeren und die ganzklaſtiſchen Porphyrconglomerate den jüngſten Porphyren ihr Bildungsmaterial verdankt zu haben. Uebrigens muß hier nochmals hervorgehoben werden, daß nicht die kryſtalliniſche Ausbildung der Einſchlüßlinge, ſondern vorherrſchend der Kieſelſäurereichthum der Porphyrgrundmaſſe für ihre ältere oder jüngere Entſtehung maßgebend iſt: Je älter, um ſo kieſelſäurereicher und umgekehrt je jünger, um ſo kieſelſäureärmer iſt die Grundmaſſe der Porphyre. Die kryſtalliniſche Entwickelung ſowohl der Grundmaſſe wie der in ihr liegenden Feldſpathkryſtalle dagegen hängt von der langſameren oder ſchnelleren Erſtarrung einer Porphyrmaſſe ab, woher es auch kommt, daß in der Maſſe eines mächtigen Porphyrganges die Kernregion deſſelben große und gut ausgebildete, die Randregionen deſſelben aber nur wenige, kleine und meiſt undeutlich ausgebildete Feldſpathkryſtalle beſitzen. In der Umgebung des Heiligenſteins bei Ruhla ſind dieſe Erſcheinungen ſehr gut zu beobachten. Eben in dieſer Localität tritt ein Porphyrgang auf, welcher nicht weniger als fünf Entwickelungsregionen wahrnehmen läßt, ſo daß, wenn nicht die einzelnen Regionen an ihren Seitenrändern in einander übergingen, man zu der Annahme von fünf

Porphyreruptionen, welche sich gegenseitig durchdrungen haben, veranlaßt werden könnte.

§. 335. **Mineral- und Erzgänge im Rothliegenden.** — Auf Spaltenräumen, welche sich theils in der Masse des Felsitporphyres oder Porphyrites selbst, theils zwischen ihr und dem angrenzenden Melaphyre oder auch dem, von dem Porphyre durchbrochenen, Nebengesteine (— sei es nun dem Rothliegenden oder dem Glimmerschiefer —) befinden, treten nicht selten Gänge von Schwerspath und Flußspath und mit diesen beiden Mineralarten zusammen oder auch für sich Manganerze verschiedener Art auf.

Dieses ist z. B. am Thüringer Walde in der Umgegend von Ilmenau, namentlich bei Elgersburg und am Oehrenstock, der Fall, wo vorzüglich Pyrolusit und Psilomelan und nesterweise auch Hausmannit und Braunit in Gesellschaft von Schwerspath auftreten. Bemerkenswerth ist bei diesem Vorkommen, daß die nadelförmigen Pyrolusitkrystalle den in ziegelrothen Thonstein umgewandelten Porphyr zu beiden Seiten des Manganerzganges an manchen Stellen so nach allen Richtungen durchdringen, daß die Thonsteinmasse einer Breccie ähnlich wird, deren einzelne Trümmer durch Pyrolusitnadeln fest zusammengekittet erscheinen (— ähnlich einer Masse von Flußgeröllen, welche von Grundeisnadeln zusammengekittet sind —). Bei der Betrachtung dieser eigenthümlichen Breccie möchte man auf den Gedanken kommen, daß die Pyrolusitnadeln aus der sich zersetzenden Porphyrmasse herausgeschwitzt worden sein. —

Wie bei Ilmenau, so kommen auch noch in der Gesellschaft des Porphyres an anderen Orten des Thüringer Waldes, z. B. bei Herges, Altenstein und Etterwinden am Südabhange und bei Ruhla und Friedrichsrode am Nordabhange, Pyrolusit- oder Psilomelangänge und zwar nicht selten mit Eisenglanz und derbem Rotheisenerze verbunden vor. Dieses Letztere zeigt sich namentlich da, wo Melaphyre in der Umgebung der Porphyre vorkommen. — Auch bei Ilfeld am Harz und am Büchenberg bei Elbingerode zeigen sich in der nächsten Umgebung des Porphyrites Gänge von schön krystallisirtem Manganit.

Außer Mangan- und Eisenerzen kommen auch z. B. in der bayerischen Pfalz auf, mit Letten gefüllten, Klüften des Porphyres und Melaphyrs Quecksilbererze verschiedener Art vor und dringen von diesen Klüften aus seitwärts mehr oder weniger weit in die Masse der Nebengesteine ein.

§. 336. **Ablagerungsweisen und Terrainformung des Rothliegenden.** — Sieht man von den aus porphyrischem Schmelz entstandenen, ungeschichteten, pyrogenen Breccien ab, so erscheinen alle Ablagerungsmassen des Rothliegenden in mehr oder minder deutliche Schichten abgetheilt, von denen einzelne, namentlich bei den Conglomeraten dieser Formation, nicht selten eine Mächtigkeit von 10 bis 40 Fuß erreichen.

Der Tunnel der Werra-Eisenbahn, welcher bei Eisenach den Gebirgsrücken des Rothliegenden durchschneidet, zieht durch eine einzige, 40 Fuß mächtige, sehr feste Bank des oberen Quarz-Granitconglomerates. — Ebenso bildet das Quarzconglomerat der unteren Etage des oberen Rothliegenden im Georgenthale bei Eisenach Bänke von 20 bis 30 Fuß Mächtigkeit.

§. 336. Da, wo nun die Ablagerungen des Rothliegenden in concordanter Ablagerung auf den Gliedern der Steinkohlenformation lagern und sich ohne alle Störung haben absetzen können, erscheinen ihre Schichtmassen ähnlich den unter ihnen liegenden Steinkohlengebilden wagerecht, sanft abfallend oder auch beckenförmig abgelagert; da aber, wo sie am Rande der Gebirge oder zwischen diesen letzteren im Gebiete der Felsitporphyre und Melaphyre auftreten, sind ihre Ablagerungsmassen auf das Mannichfachste verschoben, zerdrückt und oft auch übereinander gehoben. Ganz besonders ist dieses der Fall bei den Schichten der unteren Abtheilung und der unteren Etage in der oberen Abtheilung.

Am nordwestlichen Thüringer Walde, an dessen Gebirgsbildung das Rothliegende eine wesentliche Rolle spielt, fallen zunächst die Schichten desselben im Allgemeinen vom Gebirge ab, so daß sie sich am Nordabhange desselben von Südwesten nach Nordosten und am Südabhange umgekehrt von Nordosten nach Südwesten senken, sodann aber zeigen sie im Besonderen in den einzelnen Gebieten dieses Gebirgstheiles noch die mannichfachsten Verschiebungen. Recht auffallend ist dieses im Georgenthale bei Eisenach, wo sie unter anderen durch Erderschütterungen diejenigen Verschiebungen erlitten haben, welche schon im §. 274 S. 689 beschrieben und durch Figur 113 erläutert worden sind. Bei diesen Verschiebungen ist indessen zu bemerken, daß sie nur an den Ablagerungen des Quarzconglomerates und der über ihm befindlichen Schieferlettenzone hervortreten, während die discordant über ihnen lagernden Schichtencomplexe des Porphyr-Granit-Gneiß-Conglomerates mit seinen Schieferlettenlagen nichts von Verwerfungen wahrnehmen lassen, wie man am Wartburgsberge deutlich bemerken kann. Es deutet dieses alles darauf hin, daß nach den Erhebungen der letzten Porphyre, durch welche wenigstens mittelbar jene Schichtenverwerfungen erzeugt wurden, eine Ruhe eintrat, in welcher sich die Schichtmassen des oberen Rothliegenden regelmäßig absetzen konnten.

Eben auch am Thüringer Walde erscheinen die Breccien, Tuffe, Thonsteine und älteren Porphyrconglomerate schief aufgerichtet und in der Regel mantelförmig um die Porphyrkuppen gelagert und dabei oft zerknickt, dagegen die ältesten, aus Steinkohlengebilden bestehenden und in den Gebirgsbuchten auftretenden, Ablagerungen gewöhnlich muldenförmig oder nur sanft von den Gebirgsgehängen abfallend.

In Folge der mannichfachen, vorherrschend durch die heftigen Erdrindeschwankungen, welche den Porphyr-Eruptionen vorausgingen, hervorgerufenen, Verwerfungen und Zerreißungen der Schichten des (namentlich älteren) Rothliegenden treten im Gebiete des letzteren häufig schluchtenähnliche, zickzackig gewundene, Thalschluchten auf, deren senkrechte Seitengehänge prall ansteigende, coulissenähnliche Felsmauern mit vorspringenden Steinklippen zeigen, wie man z. B. in der Schlucht des Annathales bei Eisenach (vgl. Fig. 43 und Beschreibung S. 136) sehr schön bemerken kann. Aber eben aus diesen Ursachen erscheinen oft die Höhen der stark aufgerichteten Ablagerungsmassen mit ruinenähnlichen und dann durch den Verwitterungsproceß und die Abschlämmkraft des Wassers abentheuerlich geformten Felsriffen besetzt, wie z. B. der allbekannte, einem sich küssenden Menschenpaare etwas ähnelnde, Fels von „Mönch und Nonne“ am Mädilsteine bei Eisenach zeigt.

Im Allgemeinen indessen bildet das Rothliegende mehr abgerundete, oft ziemlich breite Plateaus tragende, Berge; da jedoch, wo seine Massen ein

großes Ablagerungsgebiet für sich allein zusammensetzen, wie dieses am nordwestlichen Thüringer Walde der Fall ist, da erheben sie sich zu einem weit ausgestreckten Gebirgswalle, von dessen beiden Seitengehängen zahlreiche, sich vielfach verästelnde, Nebenbergketten abgehen, zwischen denen dann enge, gewundene, nach ihrem Hintergrunde sich schluchtig verengende und dann zum Kamm des Hauptrückens ansteigende, Nebenthäler hinziehen.

Da, wo die unteren Glieder des Rothliegenden sich um Porphyrberge herum abgesetzt haben, bilden sie massige Rückenberge mit wellenförmig auf- und niedersteigendem Kamme und lang ausgezogenen Nebenrücken, welche in der Regel da, wo sich eine Porphyrkuppe aus dem Hauptrücken erhebt, mehr oder weniger strahlig von dieser Kuppe abziehen.

§. 337. **Organismenreste des Rothliegenden.** — In der ersten Bildungszeit des Rothliegenden versuchte die Land- und Sumpfflora der Steinkohlenzeit nochmals ihr Reich aufzurichten. Ein sandiger, Kieselsäure in reichlichem Maße spendender Untergrund mit schlammigem Boden erzeugte nochmals Farne verschiedener Art, Calamiten, Walchien und Psaronien; allein bald traten Störungen verschiedener Art, vor allen Erderschütterungen und Porphyreruptionen ein, welche das Ansiedelungsgebiet dieser Flora in die Meeresfluth versenkten und durch die Ueberreste ihrer Gewächse die Steinkohlenlager des untersten Rothliegenden erzeugten, dessen Sandsteine und Schieferthone nun noch die Blätter, Zweige und Stammreste dieser Gewächse, unter anderen die Wedel und beblätterten Zweige von Annularien, Asterophylliten, Sphenopteris, Neuropteris, Odontopteris und Alethopteris, vor allem aber von Calamites gigas (Brong.) und Walchia piniformis (Fig. 232), — zweien

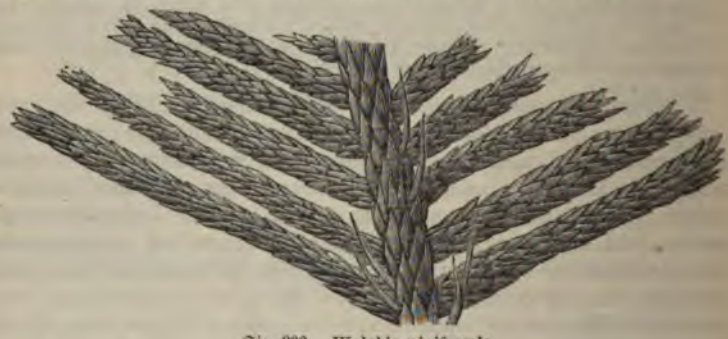


Fig. 232. Walchia piniformis.

für das Steinkohlengebiet des Rothliegenden sehr charakteristischen Pflanzenarten, — theils verkohlt, theils abgedrückt enthalten. In der späteren Zeit erfolgte nun zwar auf den inzwischen entstandenen neuen sandig-schlammigen Ablagerungen, aus denen sich nach und nach die Sandsteine mit kieselig-kaolinischem Sandsteine entwickelten, nochmals eine Pflanzenansiedelung; allein auch sie verschwand bald wieder und hinterließ weiter

nichts als die verkieſelten, oft ſehr dicken, Stammreſte von baumförmigen Farnen, welche man den Geſchlechtern Psaronius (Fig. 233) und Tubicaulis (Fig. 234) zugezählt hat, und von Coniferen. In dem

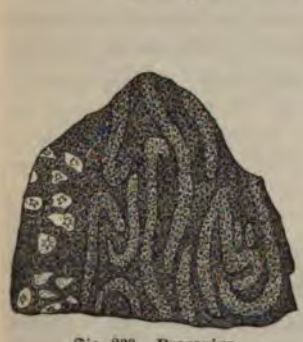


Fig. 233. Psaronius.

Fig. 234. Tubicaulis.

Sandſteine des Rothliegenden am Kyffhäuſer in der güldenen Aue, ſowie in der Gegend von Flöha, Chemnitz und Planitz in Sachſen kommen dieſe, in Hornſtein oder Lydit verſteinten, Stammſtücke in großer Zahl und Schönheit vor.

Noch dürftiger als die Pflanzenwelt zeigt ſich das Reich der Thiere; denn aus ihm ſind nur Fiſchreſte (ſo Xenacanthus Decheni nach Beyr., Acanthodes gracilis nach Beyr., Palaeoniscus lepidurus und Amblypterus) und Bruchſtücken von Amphibien (namentlich von Archegosaurus Decheni nach Goldf.) bekannt. Die letztgenannten Reſte ſind bis jetzt nur in den Lebacher Schiefern des Saarbrücker Kohlenbaſſins, die erſtgenannten Fiſche aber vorzüglich in den ſchwarzen, bituminöſen Mergelſchiefern des unteren Rothliegenden bei Hohenelbe in Böhmen, Löwenberg in Schleſien und Oſchatz in Sachſen gefunden worden.

Verbreitung des Rothliegenden. — Da, nach dem ſchon früher Mitgetheilten, das Rothliegende vorherrſchend ein Strand- und Buchtengebilde iſt, ſo zeigt es auch noch gegenwärtig ſeine Hauptablagerungen einerſeits in den Buchten und am Rande der aus den Ur-, Uebergangs- und Steinkohlengebilden beſtehenden Gebirgsländer, daſelbſt die Vorgebirgsrücken bildend, oder in den ehemaligen Meeresräumen zwiſchen dieſen Gebirgen, dann aber meiſt von jüngeren Formationen ſo überlagert, daß es entweder nur an dem ehemaligen Strande dieſer Meeresräume oder in Begleitung von Porphyrriffen landzungen- oder inſelförmig in den zwiſchen Gebirgen gelegenen Landesräumen auftritt. §. 338.

a. In Deutſchland bildet das Rothliegende in dieſer Weiſe

1) zwiſchen dem Hundsrück und Hardwald eine mächtige Ablagerung, welche vielfach, namentlich im Thalgebiete der Nahe von Porphyren und Melaphyrmandelſteinen durchſetzt erſcheint und ſich an das Saarbrücker Steinkohlengebiet anſchließt (Fig. 235).

§. 338. 2) Weiter öſtlich bildet es an der Nordſeite des Odenwaldes in der Umgebung von Darmſtadt eine, aus dem Diluvium hervor-

Fig. 235. Porphyrfelſen im Nahethale bei Kreuznach.

tretende Halbinſel und dann an der Weſtſeite des Speſſart in der Umgebung von Aſchaffenburg das Randgebirge.

3) Mächtig entwickelt erhebt es ſich dann weiter in Oſtbayern an der Weſtſeite des Böhmer Waldes im Thalgebiete der Fichtelnaab, zieht von da in einem, vom Zechſtein überlagerten, ſchmalen Walle zum Südrande des Fichtelgebirges, um nun von hier aus faſt in ſteter Begleitung des Zechſteins und von demſelben oft überlagert, theils den Franken-, theils den Thüringer Wald zu umgürten. An dem erſteren verſchwindet es ſcheinbar ganz unter dem Zechſteine, aber am Thüringer Walde erſcheint es dann wieder um ſo mächtiger entwickelt. An dem Südrande dieſes letztgenannten Gebirges bildet er zunächſt in der Umgebung von Sonneberg nebſt ſeinen Steinkohlengliedern einen Vorwall des oberen Grauwackegebirges, dann in der Umgebung von Schleuſingen vor der unteren Grauwacke einen ebenfalls Steinkohlen führenden Wall, welcher nordwärts zwiſchen Porphyr und Melaphyr bis Suhl und Ilmenau dringt. An der Nordweſtſeite dieſes, mit Unterbrechungen das Gebirge quer durchſchneidenden Walles beginnt nun der mächtige Porphyrrücken des Thüringer Waldes mit ſeinen Conglomeraten, Breccien,

Tuffen, Sand- und Thonsteinen, welche zum Theil inselartig §. 338.
aus dem Porphyre hervortreten, zum Theil aber auch, so namentlich am Südrande des Gebirges einen zusammenhängenden, hie und da Steinkohlen umschließenden, Zug von Goldlauter bis Steinbach-Hallenberg bilden, wo sie dann in mächtiger Entwickelung mit den Gliedern des oberen Rothliegenden den ganzen Rücken des Gebirges bis Ohrdruff und Friedrichsrode zusammensetzen. Weiterhin verschwindet dann am Südrande des Thüringer Waldes bis zum Schlosse Altenstein das Rothliegende unter dem Zechsteine, aber bei dem letztgenannten Schlosse tritt es wieder mit großer Mächtigkeit auf, um an dem Nordwestabhange der Ruhlaer Glimmerschiefer-Porphyrinsel hauptsächlich mit seinen oberen Gliedern das ganze nordwestliche Vorgebirge bis zum Ende des Gebirges bei Neuenhof (— 1 Meile westlich von Eisenach —) zusammenzusetzen. — Am Nordrande des Thüringer Waldes tritt endlich das Rothliegende inselartig namentlich mit seinen unteren, hie und da Kohlen führenden, Gliedern zuerst in den Buchten des Inselsberggebietes, dann zwischen Friedrichsrode und Ohrdruff und endlich in der Umgebung von Ilmenau auf.

4) Nordwärts vom Thüringer Walde setzt das Rothliegende mit seinen unteren, verkieselte Holzstämme führenden, Gliedern in Gemeinschaft mit Zechstein den, zwischen Helme- und Wipperthal sich erhebenden Kyffhäuser zusammen; dann aber zieht es einen, zum Theil vom Zechsteine überdeckten, Gürtel um den West-, Süd- und Ostrand des Harzes und setzt da unter anderen bei Ilfeld ein merkwürdiges, Steinkohlen führendes und von Melaphyren durchzogenes, Gebiet zusammen.

5) Oestlich vom Thüringer Walde aber beginnt im Thalgebiete der Pleiße das Rothliegende Sachsens und setzt nun am Nordrande des Granulit- und Erzgebirges ein über 9 Meilen langes und im Thale der Zwickauer Mulde über 2 Meilen breites und wohl an 500 Meter mächtiges Gebiet zusammen, welches mit Unterbrechungen fast bis Dresden reicht. Nach Naumann umfaßt das Rothliegende Sachsens die drei Territorien des Erzgebirges, des Döhlener und des Oschatz-Frohburger Bassins.

6) In Schlesien bildet das Rothliegende zunächst am Nordabhange des Riesengebirges in der Umgebung von Löwenberg und Goldberg gemeinschaftlich mit dem Zechstein mehrere Ablagerungen, dann aber in der Grafschaft Glatz um das Steinkohlengebirge herum einen weiten Bogen.

7) Am Südfuße des Iser- und Riesengebirges bildet in Böhmen das Rothliegende eine weit ausgedehnte, durch rothe, Fischreste haltige, Kalksteinlager ausgezeichnete, Ablagerung, in deren Gebiet die Städte Trautenau, Schatzlar, Braunau und Nachod liegen.

b. In England ist die Formation des Rothliegenden oder des Lower new red sandstone zwischen der Steinkohlen- und Zechstein-

formation namentlich in Worcestershire, Staffordshire und Shropshire vollständig entwickelt. Er besteht im Allgemeinen aus rothen, viel zersetzte Feldspathkörner enthaltenden, Sandsteinen, dunkelbraunrothem, oft grün gefleckten Schieferletten und Thonmergel, enthält oft auch Kalknieren und geht nach unten allmählich in die Steinkohlenformation über. Conglomerate kommen im Allgemeinen selten vor, z. B. bei Knaresborough in Yorkshire; grobe Breccien aber zeigen sich ziemlich häufig in Staffordshire.

Die Mächtigkeit des englischen Rothliegenden ist sehr schwankend; bei Bramham-Moor beträgt sie 2 bis 20 Fuß und bei West-Bromwich steigt sie bis 1500 Fuß (vgl. Murchison: The Silurian System pag. 54 ff.).

In Südschottland, z. B. in Dumfrieshire kommt das Rothliegende nach Harkneß ebenfalls vor.

c. In Rußland stehen die Ablagerungen des Rothliegenden in solch bunter Wechsellagerung mit den Schichtmassen des Zechsteines, daß beide zusammen nur eine Formation bilden, wie später (§. 342) bei der Beschreibung der Permformation noch weiter gezeigt werden wird. — Aehnlich ist es in Nordamerika, wo überhaupt das eigentliche Rothliegende zu fehlen scheint, indem daselbst, und namentlich in Kansas, Nebraska, Neumexiko u. s. w. gleich über dem Kohlenkalkstein marine Kalksteine und Mergel mit anerkannten Zechstein-Petrefacten auftreten.

2. Die Zechsteinformation. (Nach einem ihrer Hauptglieder, — dem Zechstein, „unter welchem nach der Ansicht des thüringischen Bergmannes stets Kupferschieferzechen folgten", weshalb er auch wohl die ganze Formation „Kupferschiefergebirge" nannte, bezeichnet. — In England: Magnesian Limestone. — In Rußland ein Glied der Permformation. — In Frankreich: Terrain pénéen).

§. 339. **Ablagerungsgebiet, Mächtigkeit und Bildungsmassen im Allgemeinen.** — Die Zechsteinformation lagert bei geregelter Ablagerungsfolge über dem Rothliegenden und unter der Buntsandsteinformation; wo indessen das Rothliegende fehlt, zeigt sie sich unmittelbar auf der Steinkohlenformation (— so in Nordamerika, wo sie sogar unmittelbar auf dem Kohlenkalksteine folgt —) oder einer noch älteren Erdrindemasse. Im Allgemeinen bilden ihre Ablagerungen einen in der Regel nicht sehr breiten und mächtigen Gürtel, welcher die Gebirgsgebiete der azoischen und paläozoischen Formationen nach Außen hin gegen die Landesgebiete aller jüngeren Formationen abmarkt und da, wo seine Dolomitablagerungen mächtig entwickelt auftreten, das Gepräge einer zertrümmerten Grenzmauer oder eines zerfallenen Korallenriffes zeigt.

Die Ablagerungsmassen dieser, in der Regel nur da, wo ihre Dolomite, Gypse und Steinsalzflötze stark entwickelt auftreten, mächtig ausgebildeten, Formation lassen sich nach ihrem mineralischen Bestande in folgender Weise gruppiren:

a. in klastische Gesteine, zu denen das Conglomerat und der Sandstein des Grauliegenden, sowie die Thon- und Lettenlager zwischen den Gyps- und Steinsalzlagern gehören;

b. in halbklastische Gesteine, zu denen der Kupfer führende, bituminöse Mergelschiefer, ein Theil des Zechsteinkalkes und die Mergel zwischen den Gyps- und Dolomit-Ablagerungen gehören;

c. in krystallinische Gesteine, zu denen ein Theil des Zechsteinkalkes, der dolomitische Kalk oder Rauhkalk, der Dolomit, der Stinkkalk, der Anhydrit und das Steinsalz gehören.

Wie also beim Rothliegenden rothe klastische Gesteine mit vorwaltendem Schieferthone die herrschenden Ablagerungen bilden, so sind in der Zechsteinformation graue kalkhaltige Gesteine das Hauptbildungsmaterial.

Nach ihrer Ablagerungsfolge dagegen zerfallen die Ablagerungen der Zechsteinformation:

a. in eine untere Abtheilung, welche lauter durch Bitumen dunkelgrau bis schwarz gefärbte Gesteine enthält und von unten nach oben aus dem bituminös-mergeligen Conglomerate und Sandsteine des Grauliegenden, aus dem bituminösen Mergelschiefer (Kupferschiefer und Dachflötz) und aus dem Zechsteinkalke besteht. In dieser Abtheilung spielt demnach bituminöser Mergelschlamm die Hauptrolle; denn er bildet das Bindemittel des Grauliegenden, die Zusammensetzungsmasse des Mergelschiefers und auch noch sehr gewöhnlich eine Beimengung des Zechsteinkalkes. Diese untere Abtheilung ist zugleich auch der vorherrschende Sitz von Kupfererzen der verschiedensten Art, weshalb man sie auch das Kupferschiefergebirge genannt hat;

b. in eine mittlere Abtheilung, welche von unten nach oben aus Anhydrit und Gyps, braunrothen und ockergelben Mergeln nebst Steinsalzlagern, darüber aber aus Dolomit, Rauhkalk und Stinkstein besteht und häufig auch Einlagerungen von Eisenspath und Brauneisenerz umschließt;

c. in eine obere Abtheilung, welche theils aus zähem, braunem oder blauem Letten mit unregelmäßigen Dolomit- und Kalksteineinlagerungen, theils aus Plattenkalk und aus jüngerem Gyps besteht.

Nähere Betrachtung der Hauptablagerungsmassen. — Unmittelbar §. 340.
über dem rothen Schieferthone des Rothliegenden folgen die Ablagerungen des Grau- oder Weißliegenden, ohne jedoch — wenigstens in Thüringen — einen Uebergang in die eben erwähnten Schieferthone zu zeigen.

Bei Epichnellen unweit Eisenach, wo namentlich die untere Abtheilung des Zechsteines musterhaft abgelagert erscheint, schneidet das Grauliegende scharf, sowohl durch die Beschaffenheit seines Bindemittels wie auch durch seine Färbung und die Art seiner Gesteinstrümmer von dem R- ab. Dieses mußte in dieser Localität schon längst erstarrt s Bildungsmasse des Grauliegenden absetzte. Denn einerseits trocknungsspalten an der Oberfläche des Rothliegenden durch gefärbte Bindemittelmasse des Grauliegenden gefloſſen und wodurch die rothe Schieferthonmasse des Rothliegenden scheint, andererseits braust diese letztere nicht mit Säure masse und das Grauliegende thut, und endlich enthä keine Spur von Orthis und Spirifer, während

§. 340. liegende Grauliegende bei dem nahe gelegenen Orte Wolfsburg und Eckardshauſen ziemlich viel von dieſen Brachiopoden beſitzt.

1) Das **Grauliegende**, welches durch Entweichung ſeines, in Kohlenſäure umgewandelten, Bitumens zum **Weißliegenden** wird, iſt nach §. 238 und 245 Nr. 83 a ein klaſtiſches Geſtein, welches im friſchen Zuſtande ein, durch Bitumen rauch- oder auch ſchwarzgrau gefärbtes, Mergelbindemittel beſitzt und in ſeinen unteren Lagen ein, namentlich wallnußgroße Trümmer von Quarz und Kieſelſchiefer, nicht ſelten jedoch auch von Granit oder Porphyr umſchließendes, Conglomerat bildet, welches nach oben durch Kleinerwerden ſeiner Trümmer in einen wahren **Sandſtein** übergeht. Häufig umſchließt es auch zahlreiche größere und kleinere Knöllchen und Körner von Kupferglanz, Kupferindig, Kupferkies, Malachit und Laſur, ja dieſe Kupfererze, namentlich aber der Malachit, durchdringen bisweilen vorzüglich die, unmittelbar unter dem Kupferſchiefer lagernde, Maſſe des Sandſteins ſo ſtark, daß ſie ganz grün gefärbt erſcheint und als ſogenanntes **Sanderz** bergmänniſch benutzt wird. Außerdem treten in dem Grauliegenden die erſten Zechſteinpetrefacten (Orthis und Spirifer) auf, ja es ſcheinen dieſe letzteren wahre Erzbringer zu ſein, indem ſie gewöhnlich von Kupferkies, Kupferglanz oder Fahlerz umſchloſſen ſind. — Die Mächtigkeit des Grauliegenden iſt ſehr wechſelnd und ſchwankt zwiſchen 1 und 8 Metern.

Bei Epichnellen beſitzt das Conglomerat des Grauliegenden eine Mächtigkeit von 1 Meter und der Sandſtein 6,5 Metern, in der Umgebung von Eiſenach aber hat das ganze Grauliegende eine Mächtigkeit von 1—2 Metern.

Die Kupfererz, namentlich die Kupferkies führenden Lagen des Grauliegenden erleiden eine eigenthümliche Umwandlung ihres Bindemittels. Durch Oxydation des Kupferkieſes nemlich entſteht ſchwefelſaures Kupfer- und Eiſenoxyd. Der Kalk im Bindemittel des Grauliegenden entzieht nun dieſen beiden Vitriolen ihre Schwefelſäure und giebt ihren Baſen dafür ſeine Kohlenſäure. Hierdurch entſteht einerſeits kohlenſaures Kupferoxyd oder Malachit und ockergelbes Eiſenoxydhydrat und andererſeits Gyps, welcher allmählich ausgelaugt wird, ſo daß nun das ehemals kalkhaltige Bindemittel zu einem durch Eiſenoxydhydrat ockergelb oder durch Malachit grün gefärbten Thon wird.

2) Der graue Sandſtein geht durch Verſchwinden ſeines Sandgehaltes in ſeinen oberſten Lagen in **bituminöſen Mergelſchiefer** über. Dieſer, welcher unmittelbar über dem Grauliegenden lagert, beſteht nun aus zweierlei Schichtmaſſen, nemlich

1) aus einer unteren, bald dick-, bald dünn- und meiſt vollkommen ſchiefrigen, ſehr bitumenreichen, von Kupfererzen durchzogenen, welche den eigentlichen Kupferſchiefer bildet, und
2) einer oberen, meiſt dicker und unvollkommener ſchiefrigen, bitumenärmeren, kalkreicheren und meiſt nur wenige oder auch gar keine Kupfererze haltigen, welche das Dachflötz genannt wird und in ſeinen oberen Lagen unmittelbar in den dickſchiefrigen Zechſteinkalk übergeht.

Unter diesen beiden Ablagerungen des bituminösen Mergelschiefers ver- §. 340.
dient der **Kupferschiefer** ganz besondere Beachtung. Er ist in der Regel vollkommen schiefrig, grau- oder braunschwarz, von zahlreichen mikroskopisch kleinen Glimmerschüppchen oder bisweilen auch von linsenförmigen, Fischabdrücke haltigen, Kalk- oder Mergelknollen (— sogenannten Schwülen —) durchzogen und häufig so bitumenreich, daß er schon beim Reiben erdpechartig riecht, beim Erhitzen brennt und kleine, hirse- bis linsengroße Erdpechknöllchen umschließt. Dieser Bitumengehalt rührt offenbar von den zahlreichen Organismenresten her, welche seine Masse durchziehen und unter denen namentlich Fische hervortreten, deren plattgedrückte Körperreste oft ganz mit Asphalt überzogen oder geradezu in Anthracit umgewandelt erscheinen. — Außer diesem Bitumengehalte und Reichthume an Fischen besitzt aber dieser Schiefer noch sehr häufig Erze verschiedener Art, welche theils äußerst fein zertheilt seiner Masse beigemengt erscheinen, theils diese letzte in kleinen Krystallgruppen oder in 1 — 2 Linien dicken Platten, Schnüren oder Streifen durchziehen und gar nicht selten auch glänzende Ueberzüge auf den in ihr liegenden Fischabdrücken bilden, und unter denen vorzüglich Schwefelkupfererze (Kupferglanz, Kupferindig, Fahlerz, am meisten aber Kupferkies und Buntkupferkies) sich bemerklich machen, während gediegenes Kupfer und Silber, sowie Bleiglanz, Wismut- und Antimonglanz, Zinkblende und Kobalt-Nickelerze zu den selteneren Erscheinungen gehören. Dieser Erzgehalt ist dann auch die Ursache, daß der Kupferschiefer auf seinen Schieferspalten und den seine Masse häufig senkrecht durchsetzenden Absonderungsklüften Ueberzüge von Malachit, Kupferlasur, Kobalt- und Nickelblüthe und bisweilen auch von Pharmakolith besitzt. — Die Mächtigkeit des eigentlichen, erzführenden Kupferschiefers beträgt gewöhnlich 6 bis 15 Zoll, seltener 1 bis 3 Fuß.

Bemerkung: Ueber die Entstehung seines Kupfergehaltes wird im §. 343, wo die Organismenreste der Zechsteinformation betrachtet werden, noch Näheres mitgetheilt.

In seinen oberen Lagen nimmt gewöhnlich der Kupfergehalt ab, so daß das ihn überlagernde, 2 bis 8 Fuß mächtige, Dachflötz wenig oder gar kein Kupfererz besitzt. Es kommt aber auch vor, daß gerade das Dachflötz reichlich Kupfer enthält, während der unter ihm lagernde Kupferschiefer arm an Kupfererzen ist. Dieses Dachflötz geht nach oben allmählich in plattenförmig abgesonderten, bituminösen Kalkstein über, welcher schon zur Zone des Zechsteinkalkes gehört.

3) Der **Zechsteinkalk** oder **eigentliche Zechstein**, welcher das oberste Glied der unteren Abtheilung der Formation bildet, ist ein dunkelrauch- oder bläulich-, bisweilen auch gelbgrauer, etwas Bitumen und meist auch etwas Thon haltiger, dichter, fester Kalkstein, welcher gewöhnlich in seinen unteren Lagen plattenförmig oder auch schiefrig abgesondert erscheint und so in den Mergelschiefer übergeht, in seinen oberen Regionen dagegen massig wird, aber immer deutliche Schichtung zeigt. In seinen dünngeschichteten Lagen zeigt er nur selten Versteinerungen, aber in seiner dickschichtigen Zone finden sich häufig sehr wohl erhaltene Brachiopoden, vor allen Productus horridus, Spirifer undulatus, aber auch Fenestella retiformis. Seine Mächtigkeit beträgt 10 — 30 Fuß (bei Eisenach und Epichnellen).

§. 340. 4) Ueber dem Zechsteinkalke folgt als erstes Glied der mittleren Zechstein-Abtheilung in manchen Gegenden (z. B. bei Epichnellen unweit Eisenach und am Altenstein) **Stinkkalk**, in den anderen Gebieten aber zuerst **Rauhkalk** und dann über diesem erst Stinkkalk.

a. Der Stinkkalk, ein bald deutlich dünnschichtiger, bald verworren plattenförmig abgesonderter, unrein rauch- oder bräunlichgrauer, an der Luft verbleichender und gelbgrau werdender, gewöhnlich poröser, seltener ganz dichter, Kalkstein, welcher so von Schwefelwasserstoff-Ammoniak (oder auch Schwefelleber) durchzogen ist, daß er beim Reiben, Zerschlagen oder Erhitzen einen häßlichen Geruch entwickelt, weshalb er auch am Thüringer Walde Saustein genannt wird. Der unmittelbar über dem Zechstein lagernde ist gewöhnlich porös, versteinerungsleer und 2—6 Fuß mächtig; der über dem Rauhkalk liegende dagegen ist meist dicht oder auch lückig und von Klüften durchzogen, enthält Versteinerungen des Dolomites (Productus, Spirifer und Fenestella) und hat eine Mächtigkeit von 4 bis 10 Fuß (an dem Marktberg bei Thal unweit Eisenach). In seinen unteren Lagen geht dieser obere Stinkkalk in Rauhkalk über, wie er überhaupt wohl in den meisten Fällen ein, Schwefelleber haltiger, dolomitischer Kalkstein ist. —

Bemerkenswerth erscheint hier noch die Stinksteinbreccie, bei welcher in einem aragonitischen oder auch dolomitischen Bindemittel scharfkantige, größere und kleinere, poröse Stinksteintrümmer liegen (vgl. §. 230). Sie lagert gewöhnlich über dem Stinkstein, füllt aber auch Klüfte theils im Zechstein, theils im Rauhkalke aus und kommt z. B. bei Epichnellen unweit Eisenach, bei Wimmelburg und Sangerhausen vor. Die über dem Stinkkalk lagernde Breccie ist wohl dadurch entstanden, daß der Stinkkalk durch starke Ansaugung von Wasser sich seitlich so stark ausdehnte, daß er in ein Haufwerk von Schollen zerplatzte, welche dann später durch Kalklösungen, welche ihren Kalk zwischen den Schollen absetzten, zusammengekittet wurden.

b. Der gewöhnliche Rauhkalk oder die Rauchwacke ist ein zelliges, lückiges, oft gerade zu zerklüftetes, seltner sandkörniges, graugelbes, röthlich graues oder bräunlich rauchgraues, Gestein, welches, wie schon im §. 145 S. 445 gezeigt worden ist, in den meisten Fällen aus einem mechanischen Gemenge von kohlensaurem Kalk und eigentlichem Dolomit besteht, aber im Verlaufe der Zeit durch die Einwirkung von Kohlensäure oder Humussäure haltigem Wasser seiner Kalkbeimengung so beraubt wird, daß nur noch die eigentliche, — von den eben genannten Agentien sehr schwer und langsam angreifbare, — Dolomitmasse übrig bleibt, welche nun eben da, wo sonst sich die Kalkbeimengungen befanden, leere Stellen, Lücken, Zellen und Klüfte zeigt. So lange also der Rauhkalk noch seinen mechanisch beigemengten Kalk vollständig besitzt, erscheint er mehr oder weniger dicht oder auch krystallinisch körnig; ist er aber seiner Kalkbeimengung beraubt, dann zeigt er sich um so lückenhafter und zerklüfteter, je mehr er von seiner Kalkbeimengung verloren hat.

Die in dieſer Weiſe entſtehende Kalklöſung verdunſtet in den, an der Oberfläche der Rauhkalkfelſen befindlichen durch ſie entſtandenen Lücken und läßt dann in ihnen ein mehr oder weniger zartes Kalkpulver zurück, welches man gewöhnlich *Schaumkalk*, *Montmilch* oder *Bergmehl* nennt. Gelangt aber eine ſolche Kalklöſung abwärts in ſchon ausgelaugte Lücken oder auch Höhlen, ſo bildet ſie in dieſen oft die ſchönſten Aragonit- oder Kalkſpathkryſtalldruſen oder auch Stalaktiten aller Art. Daß nun in dieſer Weiſe durch Auslaugung des dem Dolomite beigemengten Kalkes ſelbſt ausgedehnte Höhlen in den Dolomitablagerungen entſtehen können, iſt ebenſo, wie die in dieſen Höhlen entſtehenden Stalaktitenbildungen und der Mangel dieſer letzten in reinen Dolomithöhlen ſchon hinlänglich im §. 41 f S. 111—115 beſchrieben worden. § 340.

Nach allem dem eben Mitgetheilten iſt demnach der *eigentliche Rauhkalk* oder *Zechſteindolomit* ein, ſeines mechaniſch beigemengten kohlenſauren Kalkes beraubter, dolomitiſcher Kalkſtein, welcher um ſo poröſer, zelliger und zerfreſſener in ſeiner Maſſe, aber auch um ſo reiner dolomitiſch erſcheinen wird, je mehr ſeine Maſſe vorher von beigemengtem Kalk durchzogen war und um ſo mehr ſie von dem letzteren befreit worden iſt. Wenn nun aber in einem dolomitiſchen Kalkſteine das rein dolomitiſche Gerippe ſehr dünn iſt, ſo muß es nach vollſtändiger Kalkauslaugung zuſammenbrechen und zu einem feinen, kryſtalliniſchen Sand zerfallen. Dieſer aus der Zertrümmerung des Dolomites entſtandene, rauchbraune, kryſtalliniſche, bisweilen auch pulverige, Sand, welcher zwiſchen dem Dolomit und Stinkſtein eine, 1 bis 30 Fuß mächtige, theils ganz bindungsloſe, theils mehr oder weniger feſt zuſammenhängende, Ablagerung bildet, wird *Aſche* genannt. Bisweilen ſind aber auch die, durch Zuſammenknickung des dolomitiſchen Gerippes entſtandenen, größeren und kleineren, zackigen Bruchſtücke des Dolomites wieder durch eine, gewöhnlich gelblich- oder weißgraue Kalkmaſſe, welche aus dem ausgelaugten Kalke entſtanden iſt, feſt zuſammengekittet. Die hierdurch hervorgegangene *Dolomitbreccie* oder *eigentliche Rauchwacke* bildet ungeſchichtete Lagermaſſen, z. B. bei Riechelsdorf in Heſſen und bei Thal unweit Eiſenach (§. 229).

Faßt man alles eben Mitgetheilte kurz zuſammen, ſo erhält man über den Rauhkalk der Zechſteinformation folgende Reſultate:

Der *gemeine Rauhkalk* iſt ein Gemenge von kohlenſaurem Kalk und Dolomit, welches *mit Eſſigſäure überall da aufbrauſt*, wo es Kalkcarbonat enthält. Durch vollſtändige Auslaugung ſeines Kalkgehaltes entſteht aus ihm

1) der *eigentliche Rauhkalk* oder *Zechſteindolomit*, ein kryſtalliniſch-körniges, poröſes, zellig zerklüftetes, höhlenreiches, gewöhnlich bräunlich rauchgraues Geſtein, *welches mit Eſſigſäure um ſo weniger aufbrauſt*, je weniger es noch beigemengten Kalk enthält. Aus ihm entſteht:

§. 340. 2) die Asche, wenn es in seiner ganzen Masse zu krystallinischem Sand oder zu Pulver zerfällt;

3) die Dolomitbreccie, wenn es zu zackigen Knollen zerfällt, welche dann wieder durch ein kalkiges Bindemittel verkittet worden sind. Das Bindemittel der Breccie braust mit Essigsäure stark auf, aber die in ihm liegenden Trümmer nicht.

Sowohl der dolomitische Kalkstein, wie der Dolomit enthalten (— z. B. am Marktberg bei Thal, wie am Altenstein —) zahlreiche Leitfossilien des Zechsteins, so namentlich Fenestella retiformis, Productus horridus, Spirifer undulatus, Mytilus Hausmanni u. s. w., und erscheinen in der Regel ungeschichtet. Da, wo sie mächtig entwickelt auftreten, wie z. B. am Südrande des Thüringer Waldes beim Lustschlosse Altenstein, bilden sie gewaltig zerklüftete, in steilen Riffen sich erhebende und von Höhlen durchzogene Felsmassen. Oft umschließen diese Höhlen dann auch bedeutende Lagerstöcke von Eisenspath und Brauneisenerz, z. B. am Südrande des Thüringer Waldes an der Mommel bei Herges und am Stahlberge bei Seligenthal, wie schon im §. 148 S. 452 gezeigt worden ist.

5) Außer den bis jetzt betrachteten Hauptablagerungsmassen machen sich in der Zechsteinformation wenigstens des mittleren und nördlichen Deutschlands (— vor allen Thüringens und des Harzes —) noch zwei Glieder durch ihr massiges Auftreten so bemerklich, daß sie, wenn sie auch gerade nicht zu den wesentlichen Ablagerungen gezählt werden können, doch alle Beachtung verdienen, zumal da sie bis jetzt in keiner der früheren paläozoischen Formationen so häufig und massig entwickelt bemerkt worden sind als in der Zechsteinformation. Es sind dieses der **Gyps** mit dem **Anhydrit** und **Steinsalz**.

a. Der Gyps, welcher schon in der Gesteinskunde im §. 143 S. 436 nach Bestand, Abarten, Verwitterung, Berg- und Höhlenbildungen beschrieben worden ist, bildet namentlich mit seinen feinkörnigen und dichten, weißen oder noch häufiger grauen oder weiß und dunkelgrau gefleckten, gestreiften oder geaderten Abarten ungeschichtete Lagerstöcke oder auch Lagerzonen, welche aus einzelnen, in einer Linie neben einander liegenden und sich weit fortziehenden, Stöcken bestehen und sich theils durch ihre weißen, häufig pflanzenkahlen, oft zackig zerrissenen, klüftigen, höhlen- und schlundreichen Felsberge oder auch durch die in ihrer Reihe häufig auftretenden, trichter- oder muldenförmigen, bald wassererfüllten, bald wasserleeren, Erdfälle bemerklich machen.

1) In dieser Weise setzt der Gyps am Südrande des Harzes mit seinen Bergen einen 6 Meilen langen Zug von Osterode bis Obersdorf bei Sangerhausen zusammen und bildet in diesem Zuge den Katzenstein bei Osterode, den Sachsenstein bei Walkenried, den Kohnstein bei Ilfeld und die Mooskammer bei Mohrungen, sowie die zum Theil großartigen, theilweise mit Wasser erfüllten, Höhlenzüge bei Wimmelburg, Helbra, Ellrich, Questenberg, Wicke-

rode und Leinungen (vgl. §. 41 f S. 110) und die großen — mit Waſſer erfüllten — Erdfälle (Seelöcher) bei Zabenſtädt und Queſtenberg (der Hungerſee). §. 340.

2) Auch an den beiderſeitigen Abhängen des nordweſtlichen Thüringer Waldes bildet der Gyps eine mehrfach unterbrochene Zone von Gypsſtöcken, welche über dem Zechſteinkalke zwiſchen dem Stinkkalke und dem Rauhkalke lagert und deren einzelne Stöcke unmittelbar von einer 4 — 6 Fuß mächtigen Schale von braunrothem und ockergelbem Thonmergel umhüllt wird, wie man deutlich an dem intereſſanten Gypsſtock von Kittelsthal (1 Meile öſtlich von Eiſenach) bemerken kann. Unter den, am nördlichen Rande dieſes Gebirgstheiles auftretenden, von Kittelsthal bis Reinhardsbrunn ziehenden, aber durch eine Reihe größerer und kleinerer Erdfälle unterbrochenen Gypsſtöcken machen ſich beſonders bemerklich der ſchon erwähnte Gypsſtock von Kittelsthal und der Gypsſpathſtock im Büchig bei Reinhardsbrunn. Der erſtere dieſer beiden Stöcke iſt im Allgemeinen eiförmig und wird zunächſt umſchloſſen von einer rothen und ockergelben Thonmergelſchale, welche dann zur Sohle Stinkkalk und zur Decke Rauhkalk hat. In ſeiner oberen Region wird dieſer Stock von ockergelbem Thon durchzogen, zwiſchen deſſen Maſſe ſich 1 — 3 Zoll mächtige Lagen von Faſergyps ausbreiten. Unter dieſer Region lagert nun maſſiger, feinkörniger bis dichter, weißer oder ſchwarzgrau geaderter, von Klüften und ſenkrechten Schlöten durchſetzter, Gyps, in deſſen Maſſe einzelne Körner von Anhydrit, Gypsſpathſterne, Speckſteinknollen, ſchön ausgebildete, haſelnußgroße, Dolomitſpathrhomboëder und erbſengroße Bergkryſtalle eingebettet liegen. Dieſer dichte Gyps geht nach unten in bläulichgrauen Anhydrit über, welcher dann die ganze unterſte Region dieſes Stockes einnimmt. — Der Gypsſpathſtock im Büchig aber, welcher durch theilweiſen Abbau ſeiner Maſſe gegenwärtig eine kleine Höhle — die ſogenannte Marienglasgrotte — umſchließt, iſt vom Anfang an ein Höhlenraum geweſen, welcher ſich im Verlaufe der Jahrtauſende mit einem wunderbaren, wahrhaft labyrinthiſchen, Geflechte von oft koloſſalen, hin und hergewundenen und ſich gegenſeitig durchdringenden, Gypsſpathprismen gefüllt hat.

b. Wie bei Kittelsthal, ſo geht wohl überall der Gyps in ſeinen tieferen Lagen, zumal da, wo er mit Steinſalzlagern in Verbindung ſteht, in Anhydrit über. Dieſes Geſtein, welches wohl in den meiſten Fällen als das Muttermineral des Gypſes zu betrachten iſt, indem es durch Aufnahme von Waſſer allmählich in den letzteren übergeht und ſich von ihm nur durch ſeine Waſſerloſigkeit, ſein höheres ſpecifiſches Gewicht und ſeine größere Härte unterſcheidet, iſt — wie auch ſchon in ſeiner Beſchreibung §. 142 S. 434 angegeben worden — körnig-kryſtalliniſch bis dicht und gewöhnlich graulich oder bläulich gefärbt. Eine ſeiner gewöhnlichſten Beimengungen iſt Bitumen,

§. 340. welches nicht nur fein zertheilt und als blau oder grau färbendes Mittel seine Masse innig durchdringt, sondern auch lagenweise abgesondert in der letzteren auftritt und ihr ein theils wagerecht, theils wellig oder zickzackig braungestreiftes Ansehen giebt, wie man unter anderen an der schon im §. 142 beschriebenen Anhydritablagerung am Südabhange des Kyffhäusers, ganz besonders aber in der daselbst befindlichen Barbarossahöhle (s. Fig. 97 und §. 41 f.) beobachten kann. Eben dieser Gehalt an Bitumen ist aber auch die Ursache, daß der reichlich damit versehene Anhydrit sowohl, wie auch der aus ihm entstehende Gyps beim Reiben oder Erwärmen einen argen Schwefelwasserstoffgeruch entwickelt (daher die Namen Stinkanhydrit und Stinkgyps). Der Anhydrit tritt indessen in der Zechsteinformation nicht bloß im Verbande mit dem Gypse auf, sondern bildet auch schmale, oft kaum 2 Linien dicke, Lagen und Schnüre in der Masse des Steinsalzes z. B. bei Staßfurt; ja bei Riechelsdorf in Hessen zeigt sich seine blaue späthige Abart im Verbande mit Schwerspath sogar auf den im unteren Zechsteingebiete auftretenden Kobalt-Nickelerzgängen.

c. Wie schon erwähnt, sind Gyps und Anhydrit in den meisten Fällen getreue Begleiter des Steinsalzes. Dieses für den Menschen wichtigste aller Zechsteinglieder, welches im §. 141 S. 431 schon ausführlich beschrieben worden ist, bildet in der mittleren und oberen Abtheilung oft wahrhaft kolossale Lager und Lagerstöcke, welche gewöhnlich von Thon-, Anhydrit- und Gypsablagerungen, denen sich dann auch oft Mergelschichten beigesellen, und zwar in der Weise umschlossen werden, daß zuoberst Dolomit und eisenschüssige Mergel, dann darunter Gyps, Anhydrit und Thon und endlich zuunterst die Steinsalzablagerung folgt. Nicht selten aber befindet sich auch die letztere in Wechsellagerung mit den letztgenannten Gesteinsgliedern. Da, wo sich in einem Meeresgebiete die Steinsalzformation hat vollständig entwickeln und absetzen können, erscheint dann außer den eben genannten Gliedern unmittelbar über den Steinsalzstraten selbst noch eine Zone von an sich mehr oder minder leicht löslichen Kali- u. Magnesiasalzen, welche als der letzte Rest der in voller Verdampfung begriffenen Meereslauge anzusehen ist.

Fig. 236.
a. Diluvium und Braunkohle. — b. Buntsandstein. — c. Gyps des oberen Zechsteins. — d. Mergel. — e. Kalisalze. — f. Steinsalz.

Höchst vollständig und normal kann man alle diese, zu einer Steinsalzformation gehörigen, Ablagerungsmassen bei Staßfurt unweit Magdeburg erblicken; denn hier erscheinen von oben nach

unten unter einem Fallwinkel von 20 bis 30 Grad folgende Schichtmassen (Fig. 236):

1) Aufgeschüttetes Gebirge und Diluvialkies . 27 Fuß mächtig.
2) Ablagerungen des Buntsandsteins (Rother Schieferthon mit Bänken von Sand-, Rogen- und Kalkstein) . . . . . 576 „ „
3) Fester Gyps und Anhydrit, nach unten mit Mergelschichten . . . . . 192 „ „
4) Salzthon (Gruppe von bituminösem Mergel mit Anhydrit u. Steinsalz verwachsen) 21 „ „
5) Schichtenfolge von zerfließlichen Salzen, hauptsächlich Kali- u. Magnesiasalzen { zuoberst: Bänke von Carnallit, Tachhydrit u. Boracit; darunter: Bänke mit Kieserit, Carnallit und Sylvin } . . 180 „ „
6) Steinsalzlager { zuoberst: 200 Fuß mächtige Ablagerung von unreinem Steinsalz mit Polyhalitschnüren; — darunter: eine über 680 Fuß mächtige Ablagerung von reinem Steinsalz mit Anhydritschnüren } über 885 Fuß mächt.

(Aus F. Bischoff: Die Steinsalzwerke bei Staßfurt. Halle 1861).

Gyps, Anhydrit, Thon, Mergel und Steinsalz bilden indessen nicht bloß Einlagerungen zwischen dem Stinkkalk und Dolomit der mittleren Zechstein-Abtheilung, sondern treten auch mächtig entwickelt über dem Dolomit der mittleren Etage auf und bilden für sich oder mit untergeordneten Dolomit- und Plattenkalklagern eine selbstständige obere Zechstein-Abtheilung, welche dann die Glieder des Buntsandsteins zur Decke haben; ja es gehören allem Anscheine nach gerade die bedeutendsten Steinsalzablagerungen, — so außer der eben beschriebenen Staßfurter auch in Thüringen die Salzlager von Artern, Halle und Salzungen, — und Gypsstöcke, — so die ganze Gypsmauer am Südrande des Harzes — in diese obere Zechsteinablagerung.

Untergeordnete Lager und Gänge. — Es sind zwar schon die im vorigen Paragraph betrachteten Gyps-, Anhydrit- und Steinsalzlager streng genommen nicht zu den, die Zechsteinformation wesentlich zusammensetzenden, Ablagerungsmassen zu rechnen, da sie nicht in allen Zechsteingebieten auftreten und auch vorherrschend den Charakter von abgeschlossenen, zwischen die Hauptablagerungen eingeschobenen, Lagerstöcken besitzen, allein sie besitzen eine so weite Verbreitung und treten so massenhaft auf, daß sie den Hauptablagerungsmassen der Formation angereiht zu werden verdienten. Anders ist es mit den Eisenerzlagern, welche in manchen Zechsteingebieten vorzüglich zwischen dem Dolomite der mittleren Zechsteinformation §. 341.

§. 341. in kleineren und größeren Lagerstöcken vorkommen, so z. B. am Südrande des Thüringer Waldes zwischen Bad Liebenstein, Brotterode und Kleinschmalkalden namentlich an der Mommel, dem Gehege und dem Stahlberge.

Der gewaltige, schon seit Karl dem Großen im Abbaue begriffene, Eisenerzstock des Stahlberges zwischen Brotterode, Herges und Seligenthal füllt eine schlauchblasenförmige Höhlung zwischen dem, die Sohle bildenden, Glimmerschiefer und dem Zechsteindolomite, wie Fig. 99 auf S. 452 zeigt. Seine Masse hat allem Anscheine nach ihr Bildungsmaterial der Zersetzung des unter ihr lagernden Glimmerschiefers und Granites zu verdanken; denn noch gegenwärtig treten einerseits aus dem Gebiete dieser letztgenannten beiden Felsarten — z. B. bei Bad Liebenstein — Quellen hervor, welche doppeltkohlensaures Eisenoxydul in ihrem Wasser gelöst enthalten, und andererseits zieht sich ein mächtiger Eisenspathgang durch den Granit-Glimmerschiefer, welcher hinter dem Schlosse Altenstein beginnt und dem Südrande des Gebirges folgend nach Südosten bis zu den oben genannten Brauneisenerzstöcken der Mommel und des Stahlberges. Die Lösung des eben genannten Eisenspathganges drang dem gemäß in die schon vorhandenen Höhlenräume des Dolomites ein und setzte in denselben ihren Eisenspath ab, aus welchem dann durch Oxydation das Brauneisenerz entstand, welches noch gegenwärtig das rhomboëdrisch-krystallinische Gefüge des früheren Eisenspathes zeigt (Fig. 237).

In ähnlicher Weise mag wohl auch der eigenthümliche „Eisendolomit", welcher am Nordabhange des Thüringer Waldes am Marktberge bei Dorf Seebach unweit Ruhla lagert, entstanden sein. Die zahlreichen Zellen und Klüfte dieses durch und durch zerfressen erscheinenden Rauhkalkes erscheinen nemlich ganz oder theilweise erfüllt theils von kleinen Eisenspathrhomboëdern, theils von pulverigem Eisenocker, theils auch von schuppigem Eisenglanz, — lauter Eisenerzarten, welche er

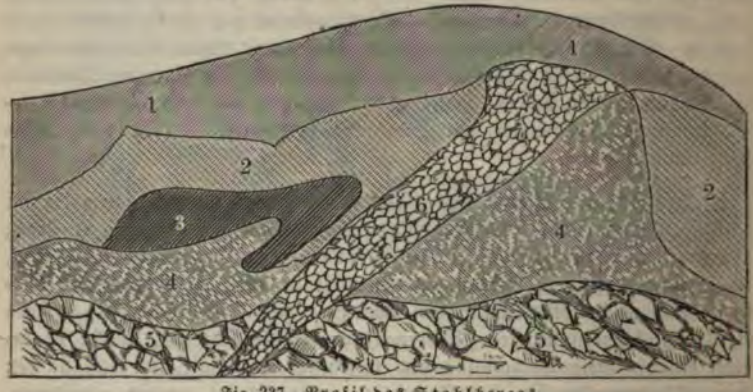


Fig. 237. Profil des Stahlberges.

1) Buntsandstein.
2) Rauhkalk des Zechsteins.
3) Brauneisenerz.
4) Glimmerschiefer.
5) Granit.
6) Porphyr.

aus den Eisenspathgängen des angrenzenden Glimmerschiefers vom Ruhlaer Gebiete erhalten haben kann. — Und wahrscheinlich gehört auch der, den Dolomit vertretende, Eisenkalkstein des Camsdorfer Zechsteingebietes unter diese Art von Eisenerzbildungen des Zechsteines. §. 341.

Während nun in der eben angedeuteten Weise Eisenerzstöcke in der mittleren dolomitischen Abtheilung des Zechsteines hervortreten, machen sich in der unteren, aus dem Grauliegenden und dem Kupferschiefer bestehenden, Abtheilung desselben zahlreiche Gangbildungen bemerklich, welche außer Schwer-, Kalk- und Anhydritspath die verschiedenartigsten Kobalt-, Nickel- und häufig auch Kupfererze enthalten.

Diese Erzgangbildungen, welche dem unteren Zechsteingebiete so recht eigenthümlich sind, indem sie weder nach unten in das Rothliegende, noch nach oben in den Buntsandstein reichen, ja gewöhnlich schon nicht mehr in der mittleren dolomitischen Abtheilung vorkommen, sind nicht sehr mächtige und auch nicht weit ausgedehnte Verwerfungsspalten, indem die Schichten ihres beiderseitigen Nebengesteines mehr oder weniger stark gegen einander verschoben erscheinen, und wurden wahrscheinlich durch doppelt kohlensaure Metalllösungen, welche aus den Schichtenden der Nebengesteine hervortraten, gefüllt. Die gegenwärtig sie füllenden Gangmineralien waren daher wohl anfangs alle als Carbonate vorhanden und wurden erst später durch den, oben auch im Nebengesteine aus den fauligen Fischresten entstehenden, Schwefelwasserstoff, theils in Sulfate (— so der Schwerspath und Anhydrit —), theils in Schwefelmetalle (— so der Glanzkobalt, Speiskobalt, Nickelglanz, Rothnickelkies, Kupferkies, Kupfer- und Bleiglanz —) umgewandelt. Bemerkenswerth ist es übrigens, daß zunächst diese Gänge, welche man Rücken nennt, gewöhnlich in dem Grauliegenden am reichsten und im Dachflötz oder auch Zechsteinkalke am ärmsten an Erzen sind, daß ferner ihr Nebengestein da, wo sie reich an Kupfererzen sind, gewöhnlich arm oder ganz ausgelaugt an diesen Erzen erscheint, daß endlich aber auch umgekehrt ihr Nebengestein oft gerade da am kupferreichsten ist, wo sie erzarm sind. Alle diese Erscheinungen deuten doch darauf hin, daß diese Gänge ihr mineralisches Bildungsmaterial durch Auslaugung ihrer Nebengesteine erhalten haben. Das untere Zechsteingebiet von Riechelsdorf, Schweina, Camsdorf und Mansfeld ist reich an diesen Kobalt-, Nickel- und Kupfererzrücken.

Gänge von Eruptionsgesteinen, welche erst während der Bildungszeit der Zechsteinformation entstanden wären, kommen wenigstens in dem Zechsteingebiete des mittleren Deutschlands nicht vor; denn die Melaphyr- und Porphyrstöcke und Klippen, welche am nordwestlichen Thüringer Walde, z. B. in der Umgegend von Bad Liebenstein oder von Ruhla (am Heiligenstein), aus der Zechsteinformation hervorragen, gehören wohl alle dem unteren Rothliegenden an und bildeten, als die Zechsteinglieder sich entwickelten, Klippen, um welche herum sich diese letzteren ungestört und fast wagerecht absetzten.

§. 341. in kleineren und größeren Lagerstöcken vorkommen, so z. B. am Südrande des Thüringer Waldes zwischen Bad Liebenstein, Brotterode und Kleinschmalkalden namentlich an der Mommel, dem Gehege und dem Stahlberge.

Der gewaltige, schon seit Karl dem Großen im Abbaue begriffene, Eisenerzstock des Stahlberges zwischen Brotterode, Herges und Seligenthal füllt eine schlauchblasenförmige Höhlung zwischen dem, die Sohle bildenden, Glimmerschiefer und dem Zechsteindolomite, wie Fig. 99 auf S. 452 zeigt. Seine Masse hat allem Anscheine nach ihr Bildungsmaterial der Zersetzung des unter ihr lagernden Glimmerschiefers und Granites zu verdanken; denn noch gegenwärtig treten einerseits aus dem Gebiete dieser letztgenannten beiden Felsarten — z. B. bei Bad Liebenstein — Quellen hervor, welche doppeltkohlensaures Eisenoxydul in ihrem Wasser gelöst enthalten, und andererseits zieht sich ein mächtiger Eisenspathgang durch den Granit-Glimmerschiefer, welcher hinter dem Schlosse Altenstein beginnt und dem Südrande des Gebirges folgend nach Südosten bis zu den oben genannten Brauneisenerzstöcken der Mommel und des Stahlberges. Die Lösung des eben genannten Eisenspathganges drang dem gemäß in die schon vorhandenen Höhlenräume des Dolomites ein und setzte in denselben ihren Eisenspath ab, aus welchem dann durch Oxydation das Brauneisenerz entstand, welches noch gegenwärtig das rhomboëdrisch-krystallinische Gefüge des früheren Eisenspathes zeigt (Fig. 237).

In ähnlicher Weise mag wohl auch der eigenthümliche „Eisendolomit", welcher am Nordabhange des Thüringer Waldes am Marktberge bei Dorf Seebach unweit Ruhla lagert, entstanden sein. Die zahlreichen Zellen und Klüfte dieses durch und durch zerfressen erscheinenden Rauhkalkes erscheinen nemlich ganz oder theilweise erfüllt theils von kleinen Eisenspathrhomboëdern, theils von pulverigem Eisenocker, theils auch von schuppigem Eisenglanz, — lauter Eisenerzarten, welche er

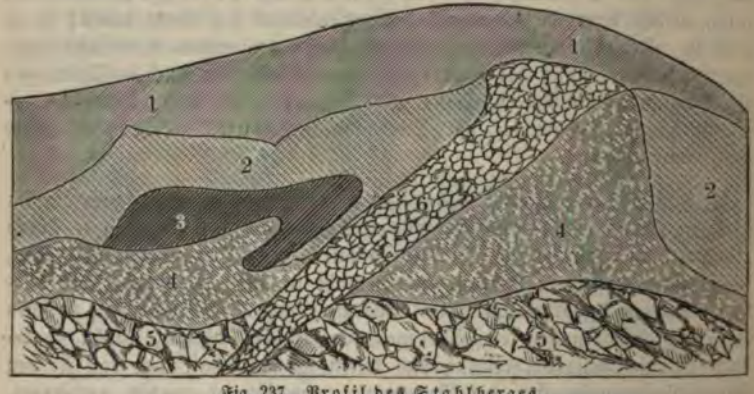


Fig. 237. Profil des Stahlberges.

1) Buntsandstein.
2) Rauhkalk des Zechsteins.
3) Brauneisenerz.
4) Glimmerschiefer.
5) Granit.
6) Porphyr.

aus den Eisenspathgängen des angrenzenden Glimmerschiefers vom Ruhlaer Gebiete erhalten haben kann. — Und wahrscheinlich gehört auch der, den Dolomit vertretende, Eisenkalkstein des Camsdorfer Zechsteingebietes unter diese Art von Eisenerzbildungen des Zechsteines. §. 341.

Während nun in der eben angedeuteten Weise Eisenerzstöcke in der mittleren dolomitischen Abtheilung des Zechsteines hervortreten, machen sich in der unteren, aus dem Grauliegenden und dem Kupferschiefer bestehenden, Abtheilung desselben zahlreiche Gangbildungen bemerklich, welche außer Schwer-, Kalk- und Anhydritspath die verschiedenartigsten Kobalt-, Nickel- und häufig auch Kupfererze enthalten.

Diese Erzgangbildungen, welche dem unteren Zechsteingebiete so recht eigenthümlich sind, indem sie weder nach unten in das Rothliegende, noch nach oben in den Buntsandstein reichen, ja gewöhnlich schon nicht mehr in der mittleren dolomitischen Abtheilung vorkommen, sind nicht sehr mächtige und auch nicht weit ausgedehnte Verwerfungsspalten, indem die Schichten ihres beiderseitigen Nebengesteines mehr oder weniger stark gegen einander verschoben erscheinen, und wurden wahrscheinlich durch doppelt kohlensaure Metalllösungen, welche aus den Schichtenden der Nebengesteine hervortraten, gefüllt. Die gegenwärtig sie füllenden Gangmineralien waren daher wohl anfangs alle als Carbonate vorhanden und wurden erst später durch den, oben auch im Nebengesteine aus den fauligen Fischresten entstehenden, Schwefelwasserstoff, theils in Sulfate (— so der Schwerspath und Anhydrit —), theils in Schwefelmetalle (— so der Glanzkobalt, Speiskobalt, Nickelglanz, Rothnickelkies, Kupferkies, Kupfer- und Bleiglanz —) umgewandelt. Bemerkenswerth ist es übrigens, daß zunächst diese Gänge, welche man Rücken nennt, gewöhnlich in dem Grauliegenden am reichsten und im Dachflötz oder auch Zechsteinkalke am ärmsten an Erzen sind, daß ferner ihr Nebengestein da, wo sie reich an Kupfererzen sind, gewöhnlich arm oder ganz ausgelaugt an diesen Erzen erscheint, daß endlich aber auch umgekehrt ihr Nebengestein oft gerade da am kupferreichsten ist, wo sie erzarm sind. Alle diese Erscheinungen deuten doch darauf hin, daß diese Gänge ihr mineralisches Bildungsmaterial durch Auslaugung ihrer Nebengesteine erhalten haben. Das untere Zechsteingebiet von Riechelsdorf, Schweina, Camsdorf und Mansfeld ist reich an diesen Kobalt-, Nickel- und Kupfererzrücken.

Gänge von Eruptionsgesteinen, welche erst während der Bildungszeit der Zechsteinformation entstanden wären, kommen wenigstens in dem Zechsteingebiete des mittleren Deutschlands nicht vor; denn die Melaphyr- und Porphyrstöcke und Klippen, welche am nordwestlichen Thüringer Walde, z. B. in der Umgegend von Bad Liebenstein oder von Ruhla (am Heiligenstein), aus der Zechsteinformation hervorragen, gehören wohl alle dem unteren Rothliegenden an und bildeten, als die Zechsteinglieder sich entwickelten, Klippen, um welche herum sich diese letzteren ungestört und fast wagerecht absetzten.

Wenn nun aber auch keine Eruptionen sich bemerklich machten, so fehlte es doch nicht während der Zechsteinzeit an Erderschütterungen, in Folge deren schon im Anfange derselben die eben erst gebildeten unteren Zechsteinglieder theils so tief ins Meer versenkt, daß sich auf ihnen die rein marinen Ablagerungen des Zechsteinkalkes und Rauhkalkes bilden konnte, theils unter einander so verschoben wurden, daß innerhalb der verschobenen Schichtmassen die oben betrachteten Erzgangspalten entstehen konnten.

§. 342. **Gliederung der Zechsteinformation.** — Im Allgemeinen lassen sich zwar die verschiedenen Zechsteinablagerungen des mittleren Europas und namentlich Deutschlands in die oben im §. 339 angegebenen drei Abtheilungen einordnen; auch haben die bei weitem meisten dieser Ablagerungen gewisse bezeichnende Glieder, so vorzüglich den Kupferschiefer, den weißgrauen, durch Malachit grün gefleckten, Sandstein, den Zechsteinkalk und Rauhkalk, wohl überall mit einander gemein; im Besondern jedoch zeigen sie theils in der mineralischen Beschaffenheit einzelner ihrer Glieder, theils auch in der Ablagerungsfolge dieser Glieder mancherlei Abweichungen. Aus diesem Grunde erscheint es nicht unzweckmäßig, in einer Uebersicht die Gliederungen von mehreren der bekanntesten Zechsteingebiete Deutschlands und Englands so neben einander zu stellen, wie es in beifolgender Tabelle geschehen ist.

In dieser Tabelle wurde die in der That äußerst regelmäßig entwickelte Zechsteinformation von Epichnellen bei Eisenach als Musterformation vorangestellt, weil in ihr alle Hauptglieder der Formation deutlich zu Tage treten und nicht nur petrographisch scharf markirt sind, sondern sich auch in der für die einzelnen Glieder charakterischen Mächtigkeit zeigen.

Wie das beifolgende Profil (Fig. 238) zeigt, so lagern bei Epichnellen an einem Bergabschnitte, welcher durch den Bau der Werrabahn entstanden ist, die Glieder der Zechsteinformation, wie eine Mauer, fast wagerecht unter sich, aber discordant auf den nach Südwesten abfallenden rothen Schieferthonschichten und Granitconglomeratbänken des Rothliegenden. Sieht man von den, an Fischresten reichen, 6 Zoll mächtigen, Lagen des Kupferschiefers ab, so enthalten sie fast keine Spur von Petrefacten. Erst eine halbe Meile weiter treten bei Wolfsburg und Eckardshausen deutliche Orthisschalen, seltener Spirifer, auf; der Zechstein selbst aber, sowie der Dolomit, werden erst petrefactenreich zwischen

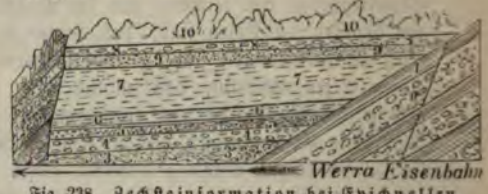


Fig. 238. Zechsteinformation bei Epichnellen.

1. Rother Schieferthon. — 2. Granitconglomerat des Rothliegenden. — 3. Rothgraues schüttiges Conglomerat. — 4. Conglomerat und Sandstein des Grauliegenden: 13′ mächtig. — 5. Kupferschiefer: 6″ mächtig. — 6. Dachflötz: 2′ mächtig. — 7. Zechstein: 21′ mächtig. — 8. Stinkkalk: 3′ mächtig. — 9. Stinksteinbreccie: 4′ mächtig. — 10. Rauhkalk: 60′ mächtig.

Möhra und Gumpelstadt und namentlich am Altenstein (etwa $1\frac{1}{2}$ Meile südöstlich von Epichnellen). Trotz dieses Mangels an Leitfossilien sind aber doch die einzelnen Glieder der Epichneller Zechsteinformation so charakteristisch ausgebildet, daß man sie leicht erkennen und von einander unterscheiden kann. §. 342.

Bemerkung: In der beifolgenden Gliederungstabelle ist die mittlere und obere Abtheilung der Formation zusammengezogen und als eine einzige „obere" Abtheilung aufgestellt worden.

§. 342. **Gliederung der Zechsteinformation**

Zechsteinformation an den Gehängen des Thüringer Waldes			im Mansfel Becken.
am Südgehänge bei Epichnellen.	**am Nordgehänge bei See- und Schmerbach.**	**am Nordostgehänge bei Camsdorf.**	
a. Obere Abtheilung (von oben nach unten). 1) Unter dem Buntsandstein bei Eckardshausen lagert zunächst rother Mergelletten mit Gypsspathadern; dann folgt 2) schiefriger, gelbgrauer Plattenkalk 1—2 Fuß. 3) Rauhkalk bei Epichnellen. . . ..50 Fuß. 4) Stinksteinbreccie mit aragonitischem Bindemittel..... 2—3 Fuß. 5) Plattenförmiger, poröser Stinkstein..1—2 Fuß.	**a. Obere Abtheilung** (am Ebers- u. Marktberg). 1) Gelbgrauer Plattenkalk mit Productus, Schizodus obscurus, Gervillia ceratophaga, Mytilus Hausmanni ꝛc. (Am Gipfel des Ebersberges). 2) Dichter, grauer, dolomitähnlicher Stinkkalk (Ebers- und Marktberg). 3) Rauchgrauer Dolomit mit Fenestellen (am Marktberg) und Eisenkalkstein. 4) Dolomitischer Rauhkalk. 5) Ockergelber und rothbrauner Thonmergel mit Fasergyps. 6) Gyps und Anhydrit bei Seebach. 7) Stinkkalk, porös, mit Asche bei Seebach.	**a. Obere Abtheilung.** 1) Gelblichbrauner, poröser und zerfressener, undeutlich geschichteter, von Eisenspath und Eisenocker durchdrungener, Eisenkalkstein mit untergeordneten Brauneisenerzstöcken. 2) Graue und röthliche Thonmergel mit Stöcken von Gyps und Zwischenschichten von sandigkörnigem, oft stinkendem, Kalkstein.	**a. Obere Abthe** Sie besteht ganz wie die Zechsteinfo am nördlichen und Rande des Thüringer von oben nach unten 1) aus einer Zone vo kalk, Stinkschiefer, kalkzwischenlagern gel, Gyps, Anhy Steinsalz; 2) aus Asche u. Ra
b. Untere Abtheilung (von oben nach unten). 6) Hell- und dunkelgrauer, dünnschichtiger, bituminöser Zechsteinkalk ohne Petrefacten .... 22 Fuß. 7) Dunkelgraues, dünnschiefriges Dachflötz 1 Fuß. 8) Kupferschiefer mit Palaeoniscus und Ullmannia.....6—8 Zoll. 9) Grauer, von Malachit und Kupferkies durchzogener Sandstein mit einzelnen Orthis.20 Fuß. 10) Graues Mergelconglomerat...3—5 Fuß. (Die Sohle ist der rothe Schieferthon des Rothliegenden). [Nach Senft].	**b. Untere Abtheilung.** 8) Rauchschwarzer, von Kupfererzen durchzogener, z. Th. petrefactenreicher, Zechsteinkalk (am Ebersberg). 9) Dunkelgraues, dickschiefriges, Dachflötz. 10) Kupferschiefer mit Productus, Spirifer und Fenestellen (bei Schmerbach). 11) Conglomeratisches Grauliegendes. (Die Sohle ist Glimmerschiefer, am Marktberge aber unteres Rothliegendes). [Nach Senft].	**b. Untere Abtheilung.** 3) Zechsteinkalk: 15 bis 40 Fuß. 4) Bituminöser Mergelschiefer, welcher theils Zwischenschichten zwischen dem Zechstein bildet, theils unter demselben selbstständig auftritt. 5) Grauliegendes. [Nach Freiesleben und Tantschner].	**b. Untere Abthe** 3) Zechsteinkalk mit tus, Spirifer und maritimen Zechst facten. 4) Blaugrauer, dün ger Mergelkalkst sogenannte Dach 5) Kupferschiefer, v chem man von o unten die Nober Schieferkopf, die schale und die Lett scheidet. 6) Grauliegendes m Sandstein und merat. [Nach Freie und Plümicke].

eren Deutschland und in England. §. 312.

Hessen echelsdorf.	im Fürstenthum Reuß bei Gera (im Elsterthale).	in England: von Durham und Northumberland.	in England: in der Zechsteinterrasse zwischen Nottingham und Tynemouth.
Abtheilung nach unten). zelliger, gelb- uer Rauh- ..6—7 Lachter mächtig. rother Letten achter mächtig. aue, dichte, en auch po- Rauchwacke 7—8 Lachter. rother, von asern durchzo- Letten. 7 bis 8 Lachter. , oft mit ein gemengt 5—6 Lachter. kstein, dick- g, und Stink- reccie...1/2 is 3/4 Lachter. hgrauer ksteinsand 1—1 1/2 Lacht.	**a. Obere Abtheilung.** 1) Rothe Mergel mit kurzen Schichten von Kalkstein, nach oben auch mit Sandsteinschichten. 2) Gelblichgrauer bis graubrauner, dünnschichtiger, dichter oder zelliger, meist stinkender, dolomitischer Kalksteinschiefer (20 Fuß). 3) Rauchwacke, geschichtet; mit Mytilus Hausmanni, Gervillia ceratophaga, Schizodus Schlotheimi (35 Fuß).	**a.** Unter dem Buntsandsteine lagert die Abtheilung des **Magnesian-Limestone** und zwar 1) Upper Magnesian-Limest., von diesem: α. zuoberst: Upper yellow Lim., gelber, erdiger, dünnschichtiger Kalkstein an 100 Fuß; β. darunter: Conglobated Lim., ein dichter Kalkstein, voll kugeliger Concretionen; mit Myalina squamosa, Schizodus obscurus, Litorina helicina, Leda speluncaria 150 Fuß. 2) Mittle Magn.-Lim. (Shell-Lim.): Theils krystallinische, zellige, versteinerungsleere Rauchwacke (150 Fuß m.), theils dichter oder feinkörniger Kalkstein mit zahlreichen Zechsteinpetrefacten (bis 50 Fuß mächtig). 3) Lower Magn.-Lim.: Bläulichgrauer, dichter od. erdiger und zelliger, geschichteter Kalkstein mit vielen Zechsteinpetrefacten; bisweilen conglomeratisch (bis 200 Fuß m.).	**a. Obere Abtheilung.** 1) In Yorkshire lagern bei Doncaster unter dem Buntsandstein zuoberst schiefrige Kalksteine mit Dendriten auf den Klüften; darunter bunte Mergel mit Fasergyps (etwa 30 Fuß mächt.). 2) Feinkörniger, ockergelber, weißlicher od. auch dunkelrother Dolomit u. Rauhstein, dessen Zellen mit Asche gefüllt sind, Aschelager, Stinkstein und Stinksteinbreccie, deren dunkelbraune Stinksteintrümmer durch gelben, erdigen Kalkstein verkittet sind.
Abtheilung. ein, aschgrau läulichschwarz, ichtig, oft schie- ... 3 Lachter. flötz..1 bis 2 Lachter. erschiefer, nd aus einer , 20 Zoll mäch- kupferleeren e und einer , 4 bis 6 Zoll gen, kupferhal- Schichte. liegendes 0—12 Lachter. Heuser und].	**b. Untere Abtheilung.** 4) Mergelzechstein: Graue Mergelschichten mit Zwischenschichten und Nieren von hartem, zähem Kalkstein. Mit Panopaea lunulata, aber Productus und Spirifer fehlen scheinbar (20 Fuß). 5) Eigentlicher Zechsteinkalk mit Productus horridus, Spirifer undulatus u. s. w. 6) Bituminöser Mergelschiefer: sehr bitumenreich, aber kupferarm. Mit Palaeoniscus, Pygopterus und Proterosaurus. 7) Grauliegendes mit Trümmern von Grauwackegliedern, zum Theil mit dolomitischem Bindemittel und Lingula Credneri, Productus ꝛc. [Nach Liebe u. Eisel].	**b. Marl-Slate:** Dunkelgrauer oder gelblicher, dünnschichtiger Mergel mit Fischresten, Ullmannia und Fucoiden (2—3 Fuß). (Die Sohle bildet das Rothliegende). [Nach Richard Howse].	**b. Untere Abtheilung.** 3) Bläulicher, dünnschichtiger, auf den Schichtklüften mit Dendriten besetzter, Kalkstein mit den Petrefacten des Zechsteins. 2) Kupferleerer, bituminöser Mergelschiefer mit Fisch- und Pflanzen-Abdrücken. 1) Weißer Sandstein des Grauliegenden. (Sohle: Rothliegendes). [Nach Sedgwick und King].

§. 343. **Lebensverhältniſſe und Organismenreſte der Zechſteinformation.** — Durch Erdſchwankungen, welche während der Bildungszeit des Rothliegenden ſich öfters wiederholten, — wie die zahlreichen Verwerfungen und wellenförmigen Biegungen der Schichtmaſſen deſſelben beweiſen, — waren die Ablagerungsmaſſen deſſelben in der Weiſe gehoben worden, daß ſich an den Gehängen ſeiner Rücken zahlreiche Seitenbuchten gebildet hatten. Indem nun weiter die Sohlenmaſſen dieſer Buchten bei ihrer Erſtarrung von ihrem eigenen Gewichte abwärts gezogen ſich mehr und mehr nach der Tiefe hin ſenkten, erhielt die angrenzende Meeresfluth Zutritt in dieſe Buchten, ſo daß ſie zu Meeresbuchten oder Meeresbuſen wurden, in welche ſich dann auch noch die Fließwaſſer der ſie umſchließenden Landesgebiete ergoſſen. Dieſe Meeresbuſen nun waren beim Beginne der Zechſteinzeit die Bildungsſtätten der unteren Ablagerungen der ſich jetzt entwickelnden Formation. Die Landgewäſſer flutheten Steinſchutt und Schlamm, ſowie ſie ihn den oberen Ablagerungen des Rothliegenden geraubt hatten, in dieſe Buchten; die Meeresfluthen aber miſchten ihre von thieriſchen und vegetabiliſchen Reſten und Fäulnißſubſtanzen durchdrungenen, kalkhaltigen, Schlammmaſſen mit dieſem Landesſchutte und bildeten hierdurch zunächſt die Conglomerat- und Sandſteinmaſſen des Grauliegenden, ſodann aber auch, nachdem alle Geröll- und Sandmaſſen durch den beigeflutheten mergeligen Schlamm umhüllt worden waren, aus ihren noch übrigen Schlammtheilen den, jene klaſtiſchen Ablagerungen überdeckenden, bituminöſen Mergelſchiefer.

So lange nun dieſe Anfluthung und Durcheinandermiſchung von grobem und feinem Steinſchutt, ſowie von Erd- und Fäulnißſchlamm dauerte, waren die Lebensverhältniſſe von der Art, daß weder Thiere noch Pflanzen für die Dauer in dieſen Schlamm erfüllten Meeresbuſen ſich entwickeln und erhalten konnten. In allem dieſen liegt wohl der Grund, warum man ſo ſelten in dem Grauliegenden und in den unterſten Lagen des Mergelſchiefers ſo wenig Organismenreſte findet, und warum man wohl die in ihm vereinzelt vorkommenden Pflanzenreſte, wie z. B. von Farn, Walchien und Ullmannien, ebenſo als durch die Landgewäſſer von der Oberfläche des Rothliegenden weggeſchwemmte Reſte halten muß, wie die in ihm auftretenden, abgerundeten Muſchelſchalen z. B. von Orthis pelargonata für Einſchwemmungen durch die Meereswogen.

Erſt, nachdem ſich die Schlammmaſſen des bituminöſen Mergelſchiefers niedergeſchlagen hatten, die Gewäſſer auch zeitweiſe kein Schlamm- und Schwemmmaterial mehr beſaßen und in Folge davon über dem ſchlammreichen Buſenboden ſich ein reines Waſſer anſammelte, erſt dann konnten ſich auch Waſſerthiere und Waſſerpflanzen in den Meeresbuſen heimiſch fühlen.

Aus dem Pflanzenreiche entwickelten ſich zahlreiche Knorpelalgen (Fucoiden, z. B. Caulerpites); aber aus dem Reiche der Thiere [illegible] merkwürdigerweiſe, — wenigſtens nach den bis jetzt aufgefundenen reſten aus dieſer Zeit zu urtheilen, vorherrſchend Wirbelthiere der Claſſe der Fiſche und Reptilien, welche zum haft erſtaunlicher Menge auftraten, während aus den loſen Thiere nur ſehr vereinzelte Reſte von hartſchaligen

mittleren Deutschland und in England.

§. 342.

in Hessen bei Riechelsdorf.	im Fürstenthum Reuß bei Gera (im Elsterthale).	in England:	
		von Durham und Northumberland.	in der Zechsteinterrasse zwischen Nottingham und Tynemouth.
a. Obere Abtheilung (von oben nach unten). 1) Eckig zelliger, gelblichgrauer Rauhstein ... 6—7 Lachter mächtig. 2) Braunrother Letten 4—5 Lachter mächtig. 3) Blaugraue, dichte, bisweilen auch poröse, Rauchwacke 7—8 Lachter. 4) Braunrother, von Gypsfasern durchzogener, Letten 7 bis 8 Lachter. 5) Gyps, oft mit Stinkstein gemengt 5—6 Lachter. 6) Stinkstein, dickschiefrig, und Stinksteinbreccie ... $1/2$ bis $3/4$ Lachter. 7) Gelblichgrauer Stinksteinsand (Asche) 1—$1\,1/2$ Lacht.	**a. Obere Abtheilung.** 1) Rothe Mergel mit kurzen Schichten von Kalkstein, nach oben auch mit Sandsteinschichten. 2) Gelblichgrauer bis graubrauner, dünnschichtiger, dichter oder zelliger, meist stinkender, dolomitischer Kalksteinschiefer (20 Fuß). 3) Rauchwacke, geschichtet; mit Mytilus Hausmanni, Gervillia cerato-phaga, Schizodus Schlotheimi (35 Fuß).	**a.** Unter dem Buntsandsteine lagert die Abtheilung des **Magnesian-Limestone** und zwar 1) Upper Magnesian-Limest., von diesem: α. zuoberst: Upper yellow Lim., gelber, erdiger, dünnschichtiger Kalkstein an 100 Fuß; β. darunter: Conglobated Lim., ein dichter Kalkstein, voll kugeliger Concretionen; mit Myalina squamosa, Schizodus obscurus, Litorina helicina, Leda speluncaria 150 Fuß. 2) Mittle Magn.-Lim. (Shell-Lim.): Theils krystallinische, zellige, versteinerungsleere Rauchwacke (150 Fuß m.), theils dichter oder feinkörniger Kalkstein mit zahlreichen Zechsteinpetrefacten (bis 50 Fuß mächtig). 3) Lower Magn.-Lim.: Bläulichgrauer, dichter od. erdiger und zelliger, geschichteter Kalkstein mit vielen Zechsteinpetrefacten; bisweilen conglomeratisch (bis 200 Fuß m.).	**a. Obere Abtheilung.** 1) In Yorkshire lagern bei Doncaster unter dem Buntsandstein zuoberst schiefrige Kalksteine mit Dendriten auf den Klüften; darunter bunte Mergel mit Fasergyps (etwa 30 Fuß mächt.). 2) Feinkörniger, ockergelber, weißlicher od. auch dunkelrother Dolomit u. Rauhstein, dessen Zellen mit Asche gefüllt sind, Aschelager, Stinkstein und Stinksteinbreccie, deren dunkelbraune Stinksteinkrümmer durch gelben, erdigen Kalkstein verkittet sind.
b. Untere Abtheilung. 8) Zechstein, aschgrau bis bläulichschwarz, dünnschichtig, oft schiefrig ..... 3 Lachter. 9) Dachflötz .. 1 bis 2 Lachter. 10) Kupferschiefer, bestehend aus einer oberen, 20 Zoll mächtigen, kupferleeren Schichte und einer unteren, 4 bis 6 Zoll mächtigen, kupferhaltigen Schichte. 11) Grauliegendes 10—12 Lachter. [Nach Heuser und Althaus].	**b. Untere Abtheilung.** 4) Mergelzechstein: Graue Mergelschichten mit Zwischenschichten und Nieren von hartem, zähem Kalkstein. Mit Panopaea lunulata, aber Productus und Spirifer fehlen scheinbar (20 Fuß). 5) Eigentlicher Zechsteinkalk mit Productus horridus, Spirifer undulatus u. s. w. 6) Bituminöser Mergelschiefer: sehr bitumenreich, aber kupferarm. Mit Palaeoniscus, Pygopterus und Proterosaurus. 7) Grauliegendes mit Trümmern von Grauwackegliedern, zum Theil mit dolomitischem Bindemittel und Lingula Credneri, Productus ꝛc. [Nach Liebe u. Eisel].	**b. Marl-Slate:** Dunkelgrauer oder gelblicher, dünnschichtiger Mergel mit Fischresten, Ullmannia und Fucoiden (2—3 Fuß). (Die Sohle bildet das Rothliegende). [Nach Richard Howse].	**b. Untere Abtheilung.** 3) Bläulicher, dünnschichtiger, auf den Schichtklüften mit Dendriten besetzter, Kalkstein mit den Petrefacten des Zechsteins. 2) Kupferleerer, bituminöser Mergelschiefer mit Fisch- und Pflanzen-Abdrücken. 1) Weißer Sandstein des Grauliegenden. (Sohle: Rothliegendes). [Nach Sedgwick und King].

§. 343. **Lebensverhältniſſe und Organismenreſte der Zechſteinformation.** — Durch Erdſchwankungen, welche während der Bildungszeit des Rothliegenden ſich öfters wiederholten, — wie die zahlreichen Verwerfungen und wellenförmigen Biegungen der Schichtmaſſen deſſelben beweiſen, — waren die Ablagerungsmaſſen deſſelben in der Weiſe gehoben worden, daß ſich an den Gehängen ſeiner Rücken zahlreiche Seitenbuchten gebildet hatten. Indem nun weiter die Sohlenmaſſen dieſer Buchten bei ihrer Erſtarrung von ihrem eigenen Gewichte abwärts gezogen ſich mehr und mehr nach der Tiefe hin ſenkten, erhielt die angrenzende Meeresfluth Zutritt in dieſe Buchten, ſo daß ſie zu Meeresbuchten oder Meeresbuſen wurden, in welche ſich dann auch noch die Fließwaſſer der ſie umſchließenden Landesgebiete ergoſſen. Dieſe Meeresbuſen nun waren beim Beginne der Zechſteinzeit die Bildungsſtätten der unteren Ablagerungen der ſich jetzt entwickelnden Formation. Die Landgewäſſer flutheten Steinſchutt und Schlamm, ſowie ſie ihn den oberen Ablagerungen des Rothliegenden geraubt hatten, in dieſe Buchten; die Meeresfluthen aber miſchten ihre von thieriſchen und vegetabiliſchen Reſten und Fäulnißſubſtanzen durchdrungenen, kalkhaltigen, Schlammmaſſen mit dieſem Landesſchutte und bildeten hierdurch zunächſt die Conglomerat- und Sandſteinmaſſen des Grauliegenden, ſodann aber auch, nachdem alle Geröll- und Sandmaſſen durch den beigeflutheten mergeligen Schlamm umhüllt worden waren, aus ihren noch übrigen Schlammtheilen den, jene klaſtiſchen Ablagerungen überdeckenden, bituminöſen Mergelſchiefer.

So lange nun dieſe Anfluthung und Durcheinandermiſchung von grobem und feinem Steinſchutt, ſowie von Erd- und Fäulnißſchlamm dauerte, waren die Lebensverhältniſſe von der Art, daß weder Thiere noch Pflanzen für die Dauer in dieſen Schlamm erfüllten Meeresbuſen ſich entwickeln und erhalten konnten. In allem dieſen liegt wohl der Grund, warum man ſo ſelten in dem Grauliegenden und in den unterſten Lagen des Mergelſchiefers ſo wenig Organismenreſte findet, und warum man wohl die in ihm vereinzelt vorkommenden Pflanzenreſte, wie z. B. von Farn, Walchien und Ullmannien, ebenſo als durch die Landgewäſſer von der Oberfläche des Rothliegenden weggeſchwemmte Reſte halten muß, wie die in ihm auftretenden, abgerundeten Muſchelſchalen z. B. von Orthis pelargonata für Einſchwemmungen durch die Meereswogen.

Erſt, nachdem ſich die Schlammmaſſen des bituminöſen Mergelſchiefers niedergeſchlagen hatten, die Gewäſſer auch zeitweiſe kein Schlämm- und Schwemmmaterial mehr beſaßen und in Folge davon über dem ſchlammreichen Buſenboden ſich ein reines Waſſer anſammelte, erſt dann konnten ſich auch Waſſerthiere und Waſſerpflanzen in den Meeresbuſen heimiſch fühlen.

Aus dem Pflanzenreiche entwickelten ſich zahlreiche Knorpelalgen (Fucoiden, z. B. Caulerpites); aber aus dem Reiche der Thiere waren es merkwürdigerweiſe, — wenigſtens nach den bis jetzt aufgefundenen Thierreſten aus dieſer Zeit zu urtheilen, vorherrſchend Wirbelthiere aus der Claſſe der Fiſche und Reptilien, welche zum Theil in wahrhaft erſtaunlicher Menge auftraten, während aus den Claſſen der wirbelloſen Thiere nur ſehr vereinzelte Reſte von hartſchaligen Brachiopoden, ſo

namentlich Productus horridus, Spirifer undulatus und Orthis pelargonata, — aber auch erst in der letzten Bildungszeit des unteren Zechsteins — zum Vorscheine kamen. §. 343.

Indessen das so üppig wuchernde Reich der Fische und Reptilien überlebte nicht die Bildungszeit der unteren Zechsteinformation. Wahrscheinlich waren es Quellwasser, welche giftige arsen- und schwefelsaure Metallsalze, — so namentlich Kupfer- und Eisenvitriol, sowie arsensaures Kupfer-, Eisen-, Kobalt- und Nickeloxyd — enthielten und aus reichlichen Spalten der Erdrinde hervordringend das Wasser der Meeresbusen vergifteten und hierdurch den Untergang dieser Thierwelt des unteren Zechsteines herbeiführten. Wenigstens spricht für diese gewaltsame Vernichtung des Thierlebens einerseits die große Menge von Schwefelkupfererzen, welche den Kupferschiefer durchdringen, und von Arsenkobalt- und Nickelerzen in den Gängen des unteren Zechsteines, und andererseits der so häufige Ueberzug von Kupferkies, Kupferglanz und Fahlerz auf den Körperresten sowohl der Fische wie der Brachiopodenschalen, welcher sich nur durch die Annahme erklären läßt, daß die bei ihrem nahenden Tode sich in dem Bodenschlamme einwühlenden Fische durch ihre nach Sauerstoff gierige Fäulnißmasse der sie umgebenden Kupfervitriollösung den Sauerstoff entzogen, wodurch diese in unlösliches Schwefelkupfer umgewandelt wurde, welches sich nun auf der Oberfläche der faulenden Fische absetzte, während aus der Körpermasse dieser letzteren selbst sich Kohlen- und Schwefelwasserstoff nebst Ammoniak entwickelten, — Stoffe, die dann weiter vom Schlamm angesogen und mit einander zu Bitumen verdichtet wurden. Dieses Bitumen, welches sich übrigens auch in gewaltiger Menge aus den zahlreichen verfaulenden Fucoiden entwickelte, durchdrang nun nicht bloß die schon niedergeschlagenen Schlammmassen, sondern auch noch das über ihnen stehende, gelösten Kalk haltige, Wasser so, daß es erst nach Absetzung seiner noch in ihm enthaltenen Mineraltheile wieder fähig wurde, Thiere lebend in sich erhalten zu können. Das wurde aber erst im letzten Drittel der Bildungszeit des unteren Zechsteins, als sich die Niederschläge des eigentlichen Zechsteinkalkes bildeten, der Fall. Indessen war die Schöpfungszeit der heterocercalen, kleinschuppigen Ganoiden-Fischgeschlechter, sowie der eidechsenartigen Reptilien vorüber; es kamen jetzt nur Bryozoën, Brachiopoden (namentlich Productus und Spirifer), sowie einige Conchiferen, also lauter eigentliche Meeresthiere, zum Vorscheine. Diese neue Schöpfung, welche nur marine, wirbellose Thiere enthielt, wurde noch mächtiger und mannichfaltiger, als gegen den Schluß der ersten Bildungszeit der Zechsteinformation, nach der vollständigen Ablagerung des Zechsteinkalkes abermals so starke Landeseinsenkungen eintraten, daß das Meer in voller Macht sich über den eingesunkenen Zechsteinablagerungen ausbreiten konnte. Jetzt erst begann sich die marine Thierwelt in größerer Menge und ganz in ähnlicher Weise, wie in der marinen Kalksteinablagerung der Steinkohlenzeit zu entwickeln, aber bei weitem nicht so großartig und mannichfaltig als in dieser letzteren; denn von den zahlreichen Krinoideen und Korallen, sowie von den mannichfaltigen Cephalopoden der Steinkohlenzeit sind jetzt in der Zechsteinzeit nur noch wenige Arten vorhanden, und nicht viel reicher ist die Ordnung der

§. 341. unabhängig von dem Rothliegenden (— aber stets mit dem Grau- oder Weißliegenden verbunden, weshalb dieses auch als das unterste Glied der Zechsteinformation angesehen werden muß —) vor und lagert dann auf einer der älteren Formationen, ja in Amerika (z. B. in New-Mexico) lagert sie unmittelbar auf dem Kohlenkalksteine und bildet dann gewissermaßen die Fortsetzung desselben. Gewöhnlich setzen ihre Glieder um die gebirgigen Landesgebiete der älteren Formationen einen Wall zusammen, welcher da, wo die Rauhkalkmassen mit ihren grotesken Felsriffen mächtig entwickelt auftreten, sogar eine Art Grenzmauer gegen das aus Buntsandsteingebilden bestehende Gebirgsvorland darstellen (wie z. B. am Nord- und Südrande des Thüringer Waldes und am Südrande des Harzes), aber dann auch wieder da, wo nur die untere Abtheilung des Zechsteins entwickelt ist, wenig hervortritt oder geradezu von den Gliedern des Buntsandsteins so überlagert wird, daß die Zechsteinformation ganz zu fehlen scheint. Dieses letztere ist z. B. an mehreren Stellen bei Eisenach der Fall; ja im Würtembergschen, wo nach der früheren Annahme gar kein Zechstein vorhanden sein sollte, ist derselbe durch v. Schübler in Folge von Bohrversuchen bei Ingelfingen und Dürrmenz unter den, daselbst mächtig entwickelten, Ablagerungen des Buntsandsteins nachgewiesen worden.

Alles dieses vorausgesetzt, sind hier nun namentlich folgende Zechsteingebiete anzugeben:

A. In Europa:

a. in Deutschland:

1) an der Westseite des Spessarts bei Kahl, Biber, Gelnhausen, Büdingen, Soden, Dettingen und Aschaffenburg.

Bei Biber ist namentlich die untere Abtheilung mit dem Kupferschiefer und dem Zechsteine nebst einem, bis 12 Fuß mächtigen, Lager von Brauneisenerz und Manganerzen entwickelt. Bei Büdingen tritt dann mächtig entwickelt der Dolomit mit zapfenförmiger Structur auf, und bei Soden wechsellagert der unmittelbar auf dem Grauliegenden lagernde Zechstein mit Rogenstein;

2) bei Frankenberg an der Westgrenze Kurhessens, wo die Zechsteinformation aus mehrfachen Wechsellagerungen von rothem Conglomerat und Sandstein mit rothbraunem oder gelblichem Schieferletten, welcher Kupfererze und Pflanzenreste des Zechsteinschiefers (namentlich Zweige von Ullmannia Bronnii Göpp. oder die sogenannten Frankenberger Kornähren) enthält, aus dichtem oder porösem Kalkstein besteht und ihren Ablagerungsmassen nach dem Rothliegenden näher steht als der Zechsteinformation;

3) bei Stadtberge in Westphalen, wo die Zechsteinformation der Grauwackeformation aufgelagert und vorherrschend aus dem Zechsteinkalke, welchem 10 bis 30, höchstens 2 Zoll starke, ganz schmale, Flötze von hellgrauem, kupfererzhaltigem, Mergelschiefer eingelagert sind, und dem Rauhkalke und anderen Gesteinen der oberen Zechsteinformation besteht. Diese Stadtberger Zechsteinformation bildet scheinbar das nördliche Ende der von Frankenberg aus nordwärts durch Waldeck ziehenden Formation;

4) bei Riechelsdorf in Kurheſſen, wo die Zechſteinformation wahr- §. 344.
ſcheinlich als das weſtliche, zum Theil vom Buntſandſtein überlagerte, Vorgebirge des Thüringer Zechſteins zu betrachten iſt (ſiehe die Gliederungstafel im §. 342);

5) am Weſt-, Süd- und Oſtrande des Harzes, wo die Zechſteinformation die ſämmtlichen Glieder zeigt, welche im §. 340 und ſpeciell auf der Gliederungstafel zu §. 342 beſchrieben worden ſind;

6) am Kyffhäuſerberg in der Güldenen Aue, wo die Zechſteinformation das Rothliegende an der Südſeite des Berges überlagert;

7) bei Allendorf an der Werra, wo der bituminöſe Mergelſchiefer unmittelbar auf der deboniſchen Grauwackeformation lagert und über dieſem Schiefer der eigentliche Zechſtein, die Rauchwacke und der obere Gyps entwickelt erſcheint;

8) am Thüringer Walde, an deſſen Südrande die Zechſteinformation bei Suhl beginnt, dann aber, ſtellenweiſe vom Buntſandſtein überlagert, mit mächtiger Entwickelung über Bad Liebenſtein, Schweina, Möhra, Epichnellen bis zum nordweſtlichen Ende des Gebirges zieht und nun vom Dorfe Lauchröden an einen, nur wenig unterbrochenen, Grenzwall am ganzen nördlichen Abhange des Gebirges bis in die Gegend von Saalfeld zieht, dann aber

9) am Nordrande des Frankenwaldes und Voigtlandes der Silurformation aufgelagert bis ins Elſterthal ſtreicht, wo die Zechſteinformation namentlich bei Gera die im §. 342 beſchriebene Gliederung zeigt;

10) im Königreiche Sachſen, wo die Zechſteinformation Thüringens und des Voigtlandes ihr Ende erreicht und nur noch mit geringer Mächtigkeit und inſelförmig in den Gegenden des Pleißethales, bei Crimmitzſchau, Schmölln, Zehma und Altenburg und außerdem bei Frohburg, Geithain und Mücheln über dem Rothliegenden auftritt;

11) in Schleſien, wo die Zechſteinformation mit geringer Mächtigkeit von Logau (unweit Lauban) über Neuland und Löwenberg bis Conradswalde in weſtöſtlicher Richtung dem Rothliegenden folgt, dann aber ſich nordwärts gegen Prausnitz, wo ſie dem Thonſchiefer aufgelagert erſcheint, wendet und endlich an Goldberg vorbei oſtweſtwärts bis nach Gröditzberg zieht.

b. In England: In dieſem Gebiete bildet die Zechſteinformation zunächſt an der Oſtſeite des Rothliegenden eine, von Süden nach Norden ſtreichende, nach Oſten flach abfallende, Grenzterraſſe, welche von Nottingham aus bis in die Gegend von Newcaſtle reicht und die im §. 342 angegebene Gliederung zeigt. Dann tritt ſie im ſüdweſtlichen England mehr inſelförmig in der Gegend von Briſtol mit eigenthümlichen Conglomeraten auf. Ferner zeigt ſie ſich in Lancaſhire und Cheſhire in ähnlicher Weiſe wie in Rußland mit dem Rothliegenden wechſellagernd. Endlich tritt ſie in dem Zuge von Devonſhire bis Staffordſhire mit vorherrſchenden Dolomitconglomeraten auf.

c. In Frankreich hat Coquand die Zechsteinformation im Verband mit dem Rothliegenden, 60—90 Meter mächtig und theils auf der Steinkohlenformation, theils auf Thonschiefer lagernd, bei Alboy am Aveyron und bei Lodève auf dem linken Ufer der Ergue beobachtet. Bei Alboy besteht sie von unten nach oben aus grauem Conglomerat und Sandstein, bräunlich-dunkelgrauem Schieferthon, schwarzgrauem Kalkstein, gelblichem und braunem Dolomit und dünnschichtigem, dunkelbraungrauem Kalkstein. Bei Lodève dagegen, wo sie 91 Meter mächtig auf Thonschiefer lagert, besteht sie von unten nach oben aus polygenem Conglomerat und eisenschüssigem Sandstein, gelbem Dolomit und schwarzem Brandschiefer.

d. In Rußland nimmt die aus Wechsellagerungen von Gliedern des Rothliegenden und Zechsteins bestehende Permische Formation ein Landesgebiet von mehr als 18,000 Quadratmeilen ein und verbreitet sich über die Gouvernements Perm, Orenburg, Kasan, Nischne-Nowgorod, Jaroslaw, Kostroma, Wiätka und Wologda. — Die sie zusammensetzenden Gesteine sind polygene Conglomerate, bunte Sandsteine, bläulichgraue Schieferletten, Mergel und Mergelschiefer, braune Thonsteine, graue oder weiße Kalksteine und mächtig entwickelte weiße Gypsablagerungen.

Für das Gouvernement Orenburg theilte Wangenheim von Qualen die Permformation in 3 Abtheilungen:

1) in eine untere, kupfererzreiche, mit Conglomeraten;
2) in eine mittlere, kupfererzarme, ohne Conglomerate;
3) in eine obere, kupfererzleere, vorzüglich aus tuffartigen Kalksteinen bestehende.

Berühmt ist die permische Formation Rußlands durch ihren Reichthum an Kupfererzen, namentlich an Kupferlasur und Malachit, welche oft die Masse vorzüglich der Sandsteine und Mergelschiefer in solcher Menge durchdringt, daß dieselbe ganz grün erscheint und als Kupfererz (Sanderz) benutzt wird.

B. In Nordamerika tritt, wie schon §. 338 bemerkt worden, die Zechsteinformation unmittelbar über den marinen Kalksteinen der Steinkohlenformation namentlich in Kansas, Nebraska, Neumexico und mehreren Orten des Ostabfalles der Rocky-Mountains mit einer 820 Meter erreichenden Mächtigkeit auf und besteht vorherrschend aus Kalksteinen und Mergeln, deren reichlich vorhandene Fossilien ihren Formen nach in den unteren Ablagerungen sich noch der Fauna des Kohlenkalkes nähern, in ihren oberen Ablagerungen aber ganz dem Zechsteine entsprechen.

Die mesozoischen Formationen.

§. 345. **Bildungsräume, Bildungsmaterial und Entwickelung der Organismenreiche im Allgemeinen.** — Die Zechsteinformation bildet nicht

nur den Abschluß- und Umgürtungswall um die, aus azoischen und pa- §. 345.
läozoischen Formationen gebildeten, Landesgebiete, sondern auch den Grabhügel der meisten Organismen, welche in dem paläozoischen Zeitalter die Meeresräume und Landesgebiete der Erde belebten. Alle nach ihr sich entwickelnden Ablagerungen der Erdrinde fanden ihr Bildungsgebiet in den Meeresräumen, welche noch zwischen den, schon über dem Meeresspiegel hervorragenden, Landesinseln vorhanden waren. Die meisten dieser Bildungsräume waren nun im ersten Drittel des jetzt beginnenden mesozoischen Zeitalters noch sehr groß und unter sich zusammenhängend, wurden aber im weiteren Verlaufe dieses Zeitalters durch die fortwährend vor sich gehenden und sich über den Meeresspiegel erhebenden Landbildungen namentlich zwischen den, ohnehin näher an einander liegenden, paläozoischen Gebirgslandinseln immer schmäler und theilweise schon so mit mesozoischen Ablagerungen ausgefüllt, daß im zweiten Drittel des mesozoischen Zeitalters einerseits über den, nun schon über dem Meeresspiegel emporgehobenen, Landesmassen des ersten Drittels entweder gar keine oder nur schmale Binnenseenbildungen entstehen konnten, und andererseits die noch vorhandenen Meeresräume zu mehr oder weniger tief in die Landesmassen einschneidenden Meeresbusen und theilweise von einander abgeschlossenen, oft nur durch schmale Meerengen noch mit einander in Verbindung stehenden, Binnenmeeren wurden. Noch mehr trat diese Trennung des Gesammtoceanes in Einzelmeere, Meeresbusen und Binnenmeere im letzten Drittel des mesozoischen Zeitalters hervor, in welchem wohl die Hauptmasse des Oceanes schon in diejenigen Räume zurückgedrängt war, welche zwischen den entfernt von einander liegenden Continentalinselmassen noch vorhanden waren und im großen Ganzen etwa noch die gegenwärtig vorhandenen Meeresräume umfassen.

Durch alle diese Veränderungen und durch dieses Zusammendrängen der oceanischen Fluth in kleinere Räume wurde aber die Tiefe des Oceanes eine vielfach größere und in Folge davon auch einerseits in seiner Landbildungsweise und andererseits in der Schöpfungs- und Erhaltungskraft von Organismen eine andere.

Was nun zunächst das Bildungsmaterial der in dem mesozoischen Zeitalter entstehenden neuen Erdrindemassen betrifft, so konnte im Anfange dieses Zeitalters das Meer noch überall da, wo es die Massen der Dyasformationen bespülte, von diesen, hauptsächlich vom Rothliegenden, und da, wo Flüsse ihm den Verwitterungsschutt von Gebirgsmassen der azoischen und Grauwackeformationen zuflutheten, auch von diesen noch reichliches Landbildungsmaterial erhalten. In Folge davon bildeten sich zu Anfange dieses Zeitalters aus den abgeschwemmten Massen des Rothliegenden und den durch Flüsse herbeigeflutheten Verwitterungsmassen der krystallinischen Gebirgsmassen, so namentlich des Gneißes, Glimmerschiefers, Granites und Felsitporphyres, theils rothe Schieferthone, rothe Sandsteine und hie und da auch noch rothe Conglomerate mit ganz abgerundeten und gewöhnlich kleinen Geröllen, theils auch weißer und gelber Thon nebst weißen und gelben, mit zarten Glimmerblättchen durchzogenen, Sandsteinen, theils auch rothe und gelbe Thonmergel oder auch — aus den

§. 345. gelöſten Kalk- und Dolomittheilen der oberen Zechſteinformation — dolomitiſche Ablagerungen. Als aber nun durch die Hebung dieſer ſo entſtandenen, neuen Erdrindemaſſen, welche die Buntſandſteinformation ins Daſein riefen, längs der Ufer der paläozoiſchen Landesinſeln die Beſtandesmaſſen dieſer letzteren umhüllt und ſo den Angriffen der Meereswogen mehr oder weniger entrückt worden waren, ſo daß der Ocean höchſtens noch die Löſungs- und feineren Schlämmproducte von den Gebirgsmaſſen des Binnenlandes durch die dem letzteren entſtrömenden Flüſſe erhalten konnte, da hörte die Bildung der Conglomerate und überhaupt der Strandgeſteine auf; da lieferten nun vorherrſchend die Ablagerungsmaſſen des oberen Zechſteines und Buntſandſteines, ſowie die zu Sand und Mehl zermalmten Gehäuſe und Gerüſte der Conchylien und anderer Meeresbewohner das Material zur Erzeugung von feinkörnigen, thonigen, kalkigen und kieſeligen Sandſteinen, von Thon- und Mergelablagerungen, von Gyps- und Steinſalzlagerungen, vor allen aber von Kalkſtein- und Dolomitbildungen. Und dieſe Ablagerungsmaſſen ſind es nun auch, aus denen alle Formationen des meſozoiſchen Zeitalters vorherrſchend zuſammengeſetzt erſcheinen. — Da nun aber während dieſes Zeitalters die Meeresräume immer mehr von einander getrennt wurden, ſo mußten auch die in demſelben zu einer und derſelben Zeit entſtehenden Ablagerungen in dieſen verſchiedenen, oft kaum noch mit einander in Verbindung ſtehenden, Meerestheilen ihrer Maſſe und Ablagerungsfolge nach, zumal in den ſpäteren meſozoiſchen Zeiten, oft ſehr von einander abweichen. In allem dem liegt der Grund, warum im Allgemeinen

1) die älteren meſozoiſchen Formationen, ſo namentlich Buntſandſtein und Muſchelkalk, nicht bloß ſehr weit ausgedehnte und meiſt auch ununterbrochen zuſammenhängende Verbreitungsbezirke haben, ſondern in den Maſſenarten und der Ablagerungsfolge ihrer Sedimente eine große Gleichförmigkeit beſitzen, und
2) die jüngeren und jüngſten meſozoiſchen Formationen wohl oft noch weit ausgedehnte, aber mehr inſelförmige Verbreitungsbezirke, und auch eine große Verſchiedenheit in den Arten und Ablagerungsverhältniſſen ihrer Maſſen zeigen, ſo daß man ihre Zugehörigkeit zu einer und derſelben Formation oft nicht erkennen könnte, wenn nicht noch die in ihnen vorhandenen Leitfoſſilien ein Erkennungsmittel für ihre Zuſammengehörigkeit abgäben.

In dem Grade nun, wie ſich das Verhältniß der Landesbildungen zum Meere änderte, wie aus den urſprünglich kleinen Gebirgsinſeln continentale Landesmaſſen mit Gebirgen und Ebenen entſtanden und der Ocean in einzelne Theilmeere, Binnenſeen und Meeresbuſen eingeengt wurde, — entſtand auch aus dem Inſelklima ſchon mehr ein Continentalklima und änderten ſich ſämmtliche Lebensverhältniſſe für das Pflanzen- und Thierreich, denen zufolge in dem meſozoiſchen Zeitalter die meiſten und merkwürdigſten der paläozoiſchen Pflanzen- und Thiergeſchlechter (— ſo vor allen von den Pflanzen die Calamiten, Lepidodendren und Sigillarien; von den Thieren aber die Graptolithen, Zoantharia rugosa und tabulata,

Cystideen, Blastoideen, die Brachiopodengeschlechter Stringocephalus, Pentamerus, Productus und Uncites, die Cephalopodengeschlechter Goniatites, Orthoceratites u. s. w. und von den Crustaceen namentlich die zahlreichen Trilobiten —) entweder nur noch in einzelnen, noch ihren vollen oceanischen Charakter behauptenden, weit ausgedehnten, Meeresräumen oder gar nicht mehr zu finden sind, und viele ganz neue, in ihrer Organisation weit vollkommenere, Familien, Geschlechter und Arten sowohl der Pflanzen wie der Thiere zum Vorscheine kommen, welche in ihren Körperformen gewissermaßen einen Uebergang von der paläozoischen Zeit zur Gegenwart bilden und nicht selten schon den jetzt noch existirenden Pflanzen- und Thiergestalten nahe kommen. §. 345.

Dieses vorausgesetzt, ist nun im Allgemeinen über die in dem mesozoischen Zeitalter sich entwickelnden Organismenarten Folgendes zu bemerken.

A. Aus dem Reiche der Pflanzen treten namentlich in den Sandsteinformationsgebieten der älteren Zeit des mesozoischen Zeitalters außer neuen Farnarten auch wahre Schachtelhalme oder Equiseten, zahlreiche Cycadeen und Zapfenbäume (Coniferen), dann aber später während der Kreidebildungsperiode die ersten Dikotyledonenbäume mit deutlichen, aber noch kronenlosen, Blüthen und eingekapselten Samen (angiosperme Dikotyledoneen) auf.

B. Aus dem Reiche der Thiere aber kommen zum Vorscheine: riffbauende Korallen aus den Familien der Zoantharia eporosa und perforata; aus der Classe der Radiaten echte Seeigel, vielstrahlige Seesterne, Enkriniten und Pentakriniten; aus der Classe der Mollusken zahlreiche Muscheln (Bivalven) und Schnecken, auch noch Brachiopoden (namentlich zahlreiche Terebrateln), vor allen aber die echten Ceratiten, Ammoniten und Belemniten, — lauter Cephalopoden, zu denen sich in der Kreidezeit, in welcher die eben genannten Ammoniten und Belemniten ihrem Untergange entgegengehen, die merkwürdigen Formen der Hamites-, Ancyloceras-, Toxoceras- und Crioceras-Arten gesellen. Auch die Classen der Gliederthiere oder Arthrozoën bleiben nicht zurück und zeigen namentlich in der Jura- und Kreidezeit Krebse der verschiedensten Art, Spinnenthiere und Insekten, so namentlich Wasserkäfer und Libellen. Ferner tauchen in dem mesozoischen Zeitalter aus der Classe der Fische nicht bloß Ganoiden und Knorpelfische, sondern auch wahre Gräthenfische, aus der Classe der Amphibien riesenhafte Froschthiere (Batrachier oder Labyrinthodonten, z. B. Chirotherium und Mastodonsaurus) und aus der Classe der Reptilien die abentheuerlichen Gestalten der echten Saurier (z. B. die Meeressaurier oder Enaliosaurier (z. B. Ichthyosaurus, Plesiosaurus) und die landbewohnenden Dinosaurier (z. B. Iguanodon, Hylaeosaurus und Megalosaurus) auf. Endlich zeigen sich auch theils am Schlusse des ersten Drittels, theils erst im letzten Drittel der mesozoischen Zeit die ersten Vögel (z. B. Archaeopteryx) und Säugethiere (z. B. Körpertheile eines Beutelthieres oder Mikrolestes).

I. Die Triasformationen.

§ 346. **Verſchiedene Entwickelung derſelben nach ihren Bildungsräumen; Hauptablagerungsmaſſen und Abtheilungen der letzteren.** — Die zur Trias gehörigen Formationen lagern bei normaler Entwickelung der Formationenreihe über einer der beiden dyaſiſchen und unter einer der juraſiſchen Formationen, am meiſten über der Zechſtein- und unter der Liasformation. Sie treten gegenwärtig hauptſächlich in den Räumen zwiſchen zwei oder drei, aus azoiſchen und paläozoiſchen Ablagerungsmaſſen beſtehenden, Gebirgsinſeln in der Weiſe auf, daß ſie zunächſt namentlich mit ihren unteren, dem Buntſandſteine zuſtehenden, Sedimenten dieſe Inſeln mit einem, aus Sandſteinen und Schieferthonen beſtehenden, breiten, wellenförmigen Wall umgürten, ſodann aber den ganzen, zwiſchen dieſen Inſeln liegenden, Raum theils mit ihren ſämmtlichen Formationen für ſich allein mit wellen- oder ſtufenförmig auf- und abſteigenden, plateautragenden, Berglandesmaſſen ausfüllen, theils ſo von den juraſiſchen Formationen überlagert werden, daß ſie ſelbſt nur noch als ein ſchmälerer oder breiterer, den älteren Gebirgsinſeln anlagernder, Gürtel am Rande ihrer Ablagerungsgebiete hervortreten, während die ſie überlagernden Juragebilde die breiten Plateaubecken im Innern der Triasgebiete einnehmen und hier wieder einen Wall um die, mit Kreide- und Braunkohlengebilden ausgefüllten, ehemaligen Seebecken bilden.

So treten wohl in der Gegenwart die triaſiſchen Ablagerungen dem Beobachter entgegen; anders aber war es während ihrer Bildungszeit.

Beim Beginne der Triasperiode nemlich gab es im Allgemeinen zweierlei Bildungsräume im Oceane: das offene, erſt in weiter Ferne vom Lande begrenzte, Meeresbecken, und die, von den jetzt ſchon exiſtirenden, größeren und kleineren, Continenten und Inſeln eingeengten oder faſt umſchloſſenen, Binnenmeere, Meeresſtraßen und Buſen. Es mußten ſich demnach auch gleich vom Anfange an in einer und derſelben Zeit in dieſen verſchiedenen Bildungsräumen zweierlei, ihren Bildungsmaſſen und Organismen nach verſchiedene, Formationen entwickeln, nemlich einerſeits in dem offenen Oceane entſtehende oder **rein oceaniſche**, und andererſeits in den Binnenmeeren, Meeresſtraßen und Buſen ſich bildende oder **pelagiſche** (oceaniſch-limniſche?).

1) In den **pelagiſchen Triasformationen** konnten ſich nun noch Strandgebilde (— alſo Conglomerate, Sandſteine und Schieferthone mit Land- und Sumpforganismen —), aber weiter vom Strande entfernt auch Meeresgebilde (— alſo Mergel, Gyps, Thon, Steinſalz, Kalkſteine und Dolomite, aber nur Meeresorganismen oder höchſtens Brackwaſſergeſchöpfe —) bilden.

2) In den **oceaniſchen Triasformationen** dagegen entwickelten ſich überwiegend Meeresgebilde (— alſo namentlich Kalkſteine, Dolomite, Mergel, Thon, Gyps und Steinſalz —) und Strandgebilde nur noch da,

wo die oceanische Fluth tief ins Land eindringende Busen füllte. Dabei konnte das Pflanzenleben nur noch eine untergeordnete Rolle und auch nur noch in den Strandgebilden der Busen spielen; das Thierleben des Meeres dagegen mußte sich um so kräftiger und mannichfaltiger entwickeln, je tiefer der Ocean war und je weniger in der Nähe liegende Landesmassen auf seine Lebensverhältnisse einwirken konnten. In der gewaltigen Tiefe des hohen Oceanes konnten daher die Lebensverhältnisse noch von der Art sein, daß in ihr auch noch die zäheren Geschlechter der paläozoischen Fauna, wie Orthoceratiten und Goniatiten, ihr Leben zu fristen vermochten, während sich zu gleicher Zeit in den höheren Regionen desselben die triasischen und auch schon jurassische Meeresmollusken, wie namentlich Ammoniten, entwickeln konnten. — Die oceanischen Triasformationen sind demnach nicht bloß durch die in ihnen vorherrschenden Kalkgebilde, sondern auch dadurch ausgezeichnet, daß in ihren Ablagerungsmassen zugleich paläozoische, triasische und auch jurassische Thierformen vorkommen; die pelagischen Triasformationen dagegen bestehen einerseits aus stark entwickelten Sandstein- und Schieferthon-Ablagerungen und andererseits auch noch aus mächtigen Kalksteingebilden und umschließen in ihren Ablagerungen Pflanzen- und Thierformen, welche nur der Triasgruppe eigenthümlich sind.

Alles dieses vorausgesetzt, läßt sich also die bis jetzt näher bekannt gewordene Triasgruppe eintheilen:

A. in die **Trias von Europa**,
  α. in die pelagische:
    1) in Mitteldeutschland,
    2) in England,
  β. in die oceanische, zu welcher die alpine Trias gehört.
B. in die **Trias von Nordamerika**.

A. Trias in Europa.

α. Pelagische Trias.

Allgemeine Beschaffenheit derselben. — Wie oben schon angedeutet, §. 347.
so umfaßt die pelagische Trias bei vollständiger Entfaltung die drei Formationen des Buntsandsteines, Muschelkalkes und Keupers. Von diesen drei Formationen besteht die Formation:

1) des Buntsandsteines vorherrschend aus Schieferthon-, Sandstein- und Mergelablagerungen, wozu sich bisweilen auch Conglomerate gesellen, so daß wenigstens die unteren Formationssedimente als Strandgebilde zu betrachten sind, wofür auch das Vorkommen von Landpflanzen in den Sandsteinen spricht;
2) des Muschelkalkes vorherrschend aus Kalksteinen, welche lauter Meeresthiere und oft auch Steinsalzlager umschließt und dem gemäß als eine wahre Meeresformation zu betrachten ist;

§. 347. 3) des Keupers vorherrschend aus kohligen Schieferletten, Sandsteinen und Mergeln besteht, in ihren Schieferletten und Sandsteinen Ueberreste von Sumpf- und Landpflanzen enthält, auch nicht selten kleine Kohlenlager umschließt und dem gemäß theilweise als eine Strand-, theils als eine Binnenmeerformation erscheint.

So ist namentlich im mittleren Deutschland (— zwischen dem Harz und dem rheinischen Bergland bis zum Teutoburger Walde hin, im Weser- und hessischen Berglande; zwischen dem Harze und Thüringer Walde im Thüringer Terrassenlande; zwischen dem Thüringer Walde, Spessart und Schwarzwald einerseits und dem fränkischen und schwäbischen Jura andererseits in Franken und Schwaben —) die Trias zusammengesetzt. In anderen Triasgebieten dagegen fehlt die Muschelkalkformation, — so in England und im östlichen Nordamerika. Zu den für alle Triasgebiete charakteristischen Leitfossilien gehören namentlich: Encrinus liliiformis Lam., Myophoria vulgaris Bronn, Gervillia socialis Quenst., Lima striata Goldf., Pecten discites und laevigatus Bronn, Terebratula vulgaris Schloth., Spirifer fragilis Buch, Nautilus bidorsatus Bronn und Ceratites nodosus Hann.

Literatur: Für die vorstehende Beschreibung der Triasformationen und namentlich zur Aufstellung der Gliederungstafel sind folgende Werke und Abhandlungen benutzt worden:

Alberti: Beitrag zu einer Monographie des bunten Sandsteins, Muschelkalkes und Keupers. 1834.

Alberti: Ueberblick über die Trias. 1864.

J. G. Bornemann: Ueber organische Reste der Lettenkohlengruppe Thüringens. 1856.

Eck: Ueber die Formationen des bunten Sandsteins und des Muschelkalkes in Oberschlesien. 1865.

H. Emmrich: Geologische Skizze der Gegend von Meiningen. Im Realschulprogramm von 1873 und 1876.

B. Geinitz: Beitrag zur Kenntniß des thüringischen Muschelkalkgebirges. 1837.

C. W. Gümbel: Die geologischen Verhältnisse des fränkischen Triasgebietes. Im 11. Heft des IV. Bandes der Bavaria 1865.

C. W. Gümbel: Geognostische Verhältnisse der Pfalz. 1863.

C. Giebel: Die Versteinerungen im Muschelkalke von Lieskau bei Halle. 1856.

F. v. Hauer: Die Geologie. Wien 1875.

R. Lepsius: Ueber den bunten Sandstein in den Vogesen und seine Lagerung. In der Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellsch. Bd. XXVII. S. 83 ff.

Fr. A. Quenstedt: Das Flötzgebirge Würtembergs. 1843.

Ferd. Römer: Neuere Beobachtungen über die Gliederung des Keupers u. s. w. in Oberschlesien. Bd. XIX. S. 255 ff. — und: Weitere Beobachtungen über die Verbreitung und Gliederung des Keupers in Oberschlesien. B. XXV. S. 694 der Zeitschr. der deutschen geolog. Gesellsch.

Frid. Sandberger: Die Gliederung der Würzburger Trias und ihre Aequivalente. Würzb. naturw. Zeitschr. VI. 1868. S. 134.

K. v. Seebach: Die Conchylien-Fauna der weimarischen Trias. 1862.

E. Schmidt: Gliederung der oberen Trias nach den Aufschlüssen im Salzschachte auf dem Johannisfelde bei Erfurt. Bd. XVI. S. 146 der Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft. — Ferner: Der Muschelkalk des östlichen Thüringens. Jena 1876. — Ferner: Ueber den unteren Keuper des öst-

lichen Thüringens. Bd. I Heft 2 der Abhandlung zur geolog. Specialkarte von Preußen und den Thüringischen Staaten. 1874.
E. Weiß: Gliederung der Trias im Saarbrückenschen im: Neuen Jahrbuch für Mineralogie. 1869. S. 215.

Die Angaben der Triasgliederung bei Eisenach sind theils von dem Verfasser selbst, theils vom Dr. J. G. Bornemann. — Für die alpine Trias sind nun noch besonders benutzt worden:

C. Dölter: Der geologische Bau und die Mineralien und Gesteine des Monzonigebirges. Separat-Abdruck aus dem Jahrb. der K. K. geolog. Reichsanstalt. XXV. Bd. 2. Heft. 1873.
H. Emmrich: Geolog. Geschichte der Alpen-Trias. Nachtrag zum 1. Theil von Schaubachs deutschen Alpen. 2. Aufl. 1873.
W. Gümbel: Geognostische Beschreibung des Bayerischen Alpengebirges. 1858 bis 1861.
Vinc. Lipold: Erläuterungen zur geolog. Karte der Umgebung von Idria in Krain.
F. v. Richthofen: Geognostische Beschreibung der Umgebung von Predazzo, St. Cassian und der Seisser Alp in Süd-Tyrol. 1860.
D. Stur: Geolog. Verhältnisse des Kessels von Idria. Verhandl. der K. K. geolog. Reichsanstalt. 1872. S. 235.

1. Trias in Deutschland.

a. Die Buntsandsteinformation.

Gesteinsarten und Mächtigkeit derselben. — Unter den Ablage- §. 348.
rungsmassen dieser Formation machen sich am meisten bemerklich Sandsteine, welche bald einfarbig-weiß, gelblich-grünlich oder auch braunroth, bald gefleckt, geadert oder gestreift erscheinen und eben wegen ihrer verschiedenen Färbung bunte Sandsteine (grès-bigarré in Frankreich und new red sandstone in England) genannt werden. Diese Sandsteine stehen in Verbindung oder Wechsellagerung mit verschieden farbigen, am meisten aber blaugrünen, ockergelben und braunrothen, Schieferletten, Thonen und Mergeln, zu denen sich dann häufig noch Gypse und Dolomite, sowie Rogenstein oder Steinsalz und hie und da auch Conglomerate gesellen. Diese Hauptablagerungsgesteine der Buntsandsteinformation, deren Mächtigkeit im mittleren Deutschland 600 — 1800 Fuß (200 — 600 M.) beträgt, zeigen folgende Eigenschaften:

1) Die Sandsteine (vgl. §. 242) haben in der Regel ein gelbes, weißes, grünliches oder auch braunrothes Bindemittel, welches aus gemeinem oder kaolinischem Thon, hie und da auch aus Thonmergel, verkieseltem Thon oder, wiewohl seltner, aus Dolomit oder aus thonigem Braun- oder Rotheisenerz besteht. Dem thonigen Bindemittel sind oft soviel silberweiße, eisengraue oder auch grünlich schillernde Glimmerschüppchen beigemengt, daß die ganze Sandsteinmasse dünnplattenförmig oder sogar blättrig-schiefrig wird und nun sogenannten Sandsteinschiefer bildet. Außerdem liegen sehr gewöhnlich, — ja in manchen Buntsandsteingebieten immer — in dem weißen, kaolinischen und in dem ockergelben, gemeinthonigen Bindemittel hasel- bis

§. 348. kopfgroße, vorherrschend linsenförmige Concretionen, welche theils nur aus zusammengeballten, in Zersetzung begriffenen, Glimmerschüppchen, theils aus einem Gemenge von den Zersetzungsproducten dieser Schüppchen mit Thon bestehen und demnach als ein Gemisch von kieselsaurem Eisenoxydul mit kieselsaurer Magnesia-Thonerde zu betrachten sind. Durch höhere Oxydation ihres Eisenoxydulgehaltes färben sich diese, unter dem Namen „Thongallen" bekannten und wirklich den Buntsandstein bezeichnenden, ursprünglich blaugrünen Concretionen an der Luft allmählich zuerst unrein grüngelb, dann ockergelb und endlich braunroth. Am häufigsten treten sie in den, mit weißem Kaolinbindemittel versehenen, glimmerhaltigen und höchst wahrscheinlich aus zusammengeflutheten, Granit- und Gneiß-Verwitterungsproducten entstandenen, Sandsteinen auf. — Bisweilen ist auch das thonige Bindemittel von erstarrter Kieselsäure durchdrungen, daß es das Ansehen von Hornstein oder Jaspis bekommt und sehr hart, ja bei sehr kleinem Sandgehalte geradezu chalcedonartig erscheint. Ebenso enthält es nicht selten auch Kalkcarbonat, so daß es sich wie Mergel verhält und mit Säuren mehr oder weniger stark aufschäumt. Endlich kommen aber auch Sandsteine vor, welche ein aus Braun- oder Rotheisenerz bestehendes Bindemittel haben. Diese Art von Sandsteinen hat bisweilen eine so große Aehnlichkeit mit den, durch Rasenerz zusammengesinterten, Sandaggregaten, welche man Eisen- oder Ortsandsteine nennt, daß man sie für Sandaggregate halten muß, welche in ganz ähnlicher Weise wie die Ortsandsteine dadurch entstanden sind, daß Eisenoxydlösungen zwischen die einzelnen Sandkörner drangen und ihren Eisengehalt so lange an den letzteren absetzten, bis sie unter einander verkittet waren. Mit ihnen sind jedoch nicht diejenigen Abarten des Buntsandsteines zu verwechseln, welche rothbraunen, glimmerhaltigen, Thon zum Bindemittel haben und wahrscheinlich dasselbe aus der Schlämmung der rothen Sandsteine des Rothliegenden erhalten haben.

Nächst dem Bindemittel der Buntsandsteine sind die demselben eingemengten Mineralkörner ins Auge zu fassen. In der Regel sind es sehr kleine, ganz abgerundete, weiße Quarzkörner, welche ganz so aussehen, als wie sie noch gegenwärtig aus der Abschleifung von Quarzgerölleu in Gebirgsbächen entstehen. Außer diesen befinden sich oft auch noch größere, weniger abgerundete, Quarzkörner, ja bisweilen auch hasel- bis kopfgroße, abgerundete und meist ganz glatt gescheuerte, Quarzgerölle in dem Bindemittel der Sandsteine, so daß diese letzteren zu wahren Quarzconglomeraten werden, deren Bindemittel von dem Sandsteine selbst gebildet wird. Alle diese so beschaffenen Sandsteine sind wahrscheinlich Strandgebilde und dadurch entstanden, daß Landgewässer bei starker Anschwellung in den, schon von ihnen am Meeresstrande abgesetzten, eigentlichen feinkörnigen Sandsteinschlamm auch noch gröberen Sand und gröbere Gerölle einschwemmten. Neben diesen gewöhnlichen quarzigen Einmengungen kommen nun auch noch abgerun-

dete, halb zersetzte Feldspathstückchen und Kaolinknöllchen in dem Buntsandsteine vor. Endlich giebt es auch hierher gehörige Sandsteine, welche als ein Aggregat von wirklichen, durch wenig rothen oder bisweilen auch weißen Thon zusammengekitteten, mehr oder weniger ausgebildeten Quarzkrystallen zu betrachten sind. Diese merkwürdigen halbkrystallinischen Sandsteinbildungen, welche vorherrschend in der unteren Abtheilung der Buntsandsteinformation, z. B. sehr ausgezeichnet in den Vogesen (daher auch Vogesensandstein genannt), aber auch auf der Hardt, im Schwarzwalde, am Thüringer Walde bei Waltershausen, am Kielforst bei Eisenach, auftreten, sind wahrscheinlich dadurch entstanden, daß Flußwasser aus in Zersetzung begriffenen Graniten, Gneißen und Porphyren der anliegenden Gebirgsinseln Thonmassen schlämmten, welche so stark mit gelöster Kieselsäure überladen waren, daß die letztere bei der ganz allmählichen Erstarrung des sie umhüllenden Thones Krystalle und scharfkantige krystallinische Körner bilden konnte. In den Vogesen erreichen diese halbklastischen oder auch halbkrystallinischen Quarzsandsteine eine Mächtigkeit von 400 Metern. §. 348.

Die Farbe und Festigkeit der hierher gehörigen Sandsteine hängt ab von dem Bindemittel. Am weichsten und gewöhnlich auch am buntesten gefärbt sind diejenigen Sandsteine, welche ein reiches thoniges oder auch mergeliges Bindemittel besitzen; am härtesten aber diejenigen Sandsteine, welche ein stark von Kieselsäure durchzogenes Bindemittel haben.

Merkwürdig ist es endlich, daß manche dieser Sandsteine, und namentlich die kaolinischen, hie und da Erze, so namentlich Bleiglanz in Knoten (daher Knotenerze genannt (vgl. S. 622), z. B. bei Commorn in Rheinpreußen und bei St. Avold, westlich von Saarbrücken), Kupfererze, namentlich Malachit und Kupferlasur, theils in Nestern und Trümmern, theils eingesprengt (z. B. bei Corbach im Fürstenthume Waldeck, bei Waldshut in Baden) und Eisenerze in dünnen Zwischenplatten (daher: Plattenerze (s. S. 622), z. B. bei Homburg und Zweibrücken) in solcher Menge enthalten, daß sie zu Abbau Veranlassung geben.

Der Sandstein ist stets deutlich geschichtet. Seine Schichten sind oft mehrere Fuß mächtig, bisweilen aber auch so dünn und plattenförmig, daß man sie zum Decken der Dächer benutzt. In der Regel sind sie durch dünne Zwischenlagen von Thon, Schieferletten oder Sandschiefer von einander getrennt und durch senkrecht niedersetzende Austrocknungsspalten in mehr oder weniger regelrechte Würfelmassen abgesondert. An ihrer Außenfläche erscheinen sie sehr gewöhnlich mit einem Netze von Leisten besetzt, welche dadurch entstanden sind, daß sich Sandsteinschlamm auf einer zersprungenen Schlammschichte niedersetzte und die Spalten derselben ausfüllte, — und auch oft sehr deutlich wellenförmig gefurcht; außerdem aber zeigen sich an derselben auch die Abdrücke von den Füßen des Chirotheriums.

§. 348. 2) Die Schieferthone sind in der Regel rothbraun und häufig denen des Rothliegenden so ähnlich, daß man sie zumal da, wo sie die untersten Ablagerungen der Buntsandsteinformation bilden und unmittelbar über dem Rothliegenden auftreten, mit den gleichartigen Ablagerungen des letzteren würde verwechseln können, wenn sie sich nicht durch ihre zahlreichen, platt gedrückten, grün, gelb oder rothbraun gefärbten Thongallen und durch ihre, oft zahlreichen, Zwischenschichten von weißlichen, plattenförmigen Kaolinsandsteinen von dem Schieferthone des Rothliegenden unterschieden:

Diese, aus abwechselnden Lagen von rothem Schieferthon und Plattensandstein bestehenden Ablagerungen, welche man früher das „rothe Thonflötz" nannte und welche bei Eisenach und überhaupt im nordwestlichen Thüringen, sowie am Säulings- und Sollinger Walde die unterste Etage des Buntsandsteines bilden, wollte Sir Roderick Murchison noch zum Zechsteine rechnen, was aber nicht annehmbar erscheint, da die zwischen dem rothen Schieferthon lagernden Plattensandsteine in den oberen Lagen des Schieferthones immer zahlreicher werden und zuletzt durch vollständige Verdrängung des Schieferthons unmittelbar in eigentlichen Buntsandstein übergehen.

3) Bisweilen enthält der rothe Schieferthon auch Kalktheile und geht durch dieselben in Mergel über, wie dieses gewöhnlich der Fall in den obersten Ablagerungen des Buntsandsteines ist. Diese Mergel, welche in ihrem äußeren Habitus dem eben erwähnten Schieferthone sehr ähnlich sind und in der Regel aus abwechselnden braunrothen, graugrünen und ockergelben Schichtlagen bestehen, weshalb man sie auch bunte Mergel oder, — wie überall in Thüringen nach ihrer vorherrschenden rothen Färbung: Röth nennt, — sind in ihren untersten Lagen gewöhnlich kalkarm (also Thonmergel), in ihren mittleren Lagen kalkreicher (also eigentliche Mergel) und in ihren oberen Lagen häufig dolomitisch und gehen dann (z. B. am Goldberg bei Eisenach) bisweilen in einen sehr zelligen Dolomit über, dessen Masse aus einem weißen Dolomitnetze besteht, in welchem die einzelnen Lückenräume mit grünlichgrauem oder ockergelbem Kalkmergel ganz oder theilweise ausgefüllt erscheinen.

4) Dieser Dolomit, welcher theils über dem Röthe (z. B. bei Eisenach), theils auch in der Zone des eigentlichen Buntsandsteines (z. B. bei Forbach in den Vogesen) eingelagert erscheint, bildet entweder einzelne, ungestaltete, krystallinisch-körnige, Knollen, welche durch bläulichen, glimmerigen und sandigen Thon unter einander verbunden sind und in dieser Weise eine Art Conglomeratbank bilden, — oder fest zusammenhängende gelblichgraue, mit wellig gerunzelter Oberfläche (— daher Wellendolomit genannt —) versehene, Bänke, welche in ihrer oberen Region mit Thonschichten wechsellagern und dann oft reich an Organismenresten sind. Bei Jena, in Baden, Würtemberg, Elsaß und Lothringen bildet dieser Wellendolomit das oberste Glied der Buntsandsteinformation.

5) In der Zone der bunten Mergel und namentlich in dem Gebiete der braunrothen Thonmergel und entkalkten Schieferthone tritt häufig auch Gyps auf. Gewöhnlich durchdringt er die ihn umschließenden Mergelthonmassen mit seinen faserigen und spathigen Abarten in dünnen Lagen und Adern; oft aber bildet er auch mit seinen dichten, schuppigen oder körnigen, meist grünlichgrau gefärbten, Abarten ungeregelte Stöcke und weit ausgedehnte Lagermassen zwischen den Schieferthonmassen des oberen Buntsandsteines. In diesem letzteren Falle umschließt der Gyps auch manchmal Steinsalzlager, z. B. bei Sülbeck in Hannover, bei Liebenhall unweit Salzgitter, bei Schöningen im Braunschweigschen.

6) Endlich kommen auch in manchen Gebieten der Buntsandsteinformation und zwar in der untersten Abtheilung derselben, — z. B. am Nordrande des Harzes, bei Winnrode und Wolfenbüttel, — bedeutende Ablagerungen von Rogensteinen vor, deren einzelne Kugeln theils dicht, theils concentrisch-schalig und bisweilen so groß sind (z. B. bei Winnrode), daß man ihre einzelnen Schalen zu Näpfen benutzt (daher der Namen „Napfstein").

Außer den eben besprochenen Bildungsgliedern der Buntsandsteinformation treten auch in ihr hie und da Gänge und Stöcke von Durchbruchsgesteinen späterer Erdbildungszeitalter auf, welche auf die von ihnen berührten Buntsandsteinmassen mannichfach verändernd einwirkten und sie namentlich fritteten, verschlackten, verglasten und auch säulenförmig absonderten. Ganz vorzüglich machten sich in dieser Weise bemerklich Basaltgesteine z. B. am Wildenstein bei Büdingen u. anderen Orten des Vogelbergs, an dem mächtigen Oechsen- und Dietrichsberg, am Bayer, Kreuzberg und anderen Orten der Rhön, an der blauen Kuppe bei Eschwege und an der merkwürdigen Stopfelskuppe bei Eisenach, wo der Buntsandstein an den Berührungsstellen vom Basalt in eine steingutähnliche Masse umgewandelt und in 5- bis 7seitige Säulen abgesondert worden ist (Fig. 248).

Fig. 248. Eine Wand des Basaltbruches an der Stopfelskuppe bei Eisenach.
A: Buntsandstein; B: Basalt; C: Basaltschutt; D: Säulenförmig abgesonderter, verschlackter Sandstein

Organismenreste der Buntsandsteinformation. — Wie schon erwähnt, so besteht die Buntsandsteinformation theils aus Strandgebilden, theils aus wirklichen Meeresablagerungen. Zu den ersteren sind namentlich die Conglomerate, Sandsteine, Schieferthone und die Thonmergel, zu den letzteren aber vorzüglich die Wellendolomite zu rechnen. In den Strandgebilden, hauptsächlich in den thonigen Sandsteinen und den sie begleitenden Thonmergeln und Schieferthonen, sind daher — indessen auch nur in manchen Gebieten — nur Reste von Landpflanzen und Spuren von Sumpfbewohnern zu finden, so §. 319.

§. 349. von Pflanzenreſten, namentlich Equisetites (oder Calamites) arenaceus Brong. (Fig. 249), dann von verſchiedenen Farnen, ſo vorzüglich Anomopteris Mougeotii Schimp. und Cauloptéris Voltzii Schimp., endlich von Abietineen, vorzüglich Voltzia heterophylla (Fig. 250) und Albertia elliptica Schimp. — (Die Buntſandſteinbrüche von Sulzbach und Waſſelonne im Elſaß, von Bubenhauſen bei Zweibrücken und von Durlach in Baden ſind reich an dieſen und anderen Landgewächſen);

Fig. 249.
Equisetum columnare Brong.

Fig. 250. Voltzia heterophylla.

von Thieren, namentlich die handförmigen Fußstapfen von einem §. 349.
frosch- oder molchartigen Amphib, welches man Chirotherium (Handthier) (Fig. 251) genannt hat. Diese Fußstapfen, von denen ge-

Fig. 251. Chirotherium Barthi Kaup.

wöhnlich ein Paar kleinerer vor einem Paare großer stehen, gleichen Händen mit 4 dicken, benagelten Fingern und einem abstehenden unbenagelten Daumen. Sie sind schon in verschiedenen Gebieten auf Buntsandsteinplatten und oft zahlreich, als wie von einer Heerde der zustehenden Thiere herrührend, gefunden worden, so bei Heßberg unweit Hildburghausen, Kahla, Jena, Freudenstadt im Schwarzwalde, im Tauberthale u. s. w. — Außer diesem Amphib hat man bei Bernburg auch Schädel von dem, zu den Labyrinthodonten gehörigen Trematosaurus Brauni Burm., und bei Süldorf unweit Berlin und im südlichen Schwarzwalde Schuppen von Ganoidfischen in so großer Menge gefunden, daß sie die von ihnen besetzten Sandsteine schwarz färben.

In den obersten Ablagerungsmassen der Buntsandsteinformation, so namentlich in den Wellendolomiten, dagegen hat man bis jetzt eine Meeresfauna gefunden, welche ganz dieselben Arten aufzeigt, wie die über dem Buntsandsteine lagernde Muschelkalkformation, so namentlich Terebratula vulgaris, Gervillia socialis, Pecten laevigatus, Ceratites Buchii, Myophoria vulgaris (Fig. 252), vor allen aber Myophoria costata Zenk., welche überall in dem Röthe Deutschlands vorkommt, und außerdem das im Wellendolomite von Jena sich häufig zeigende, wurzel- oder wurmförmige, Rhizocorallium Jenense Zenk. (Fig. 253).

Fig. 252.
Myophoria vulgaris.

Fig. 253.
Rhizocorallium Jenense.

Im Uebrigen vergleiche man hierzu die Organismenreste der Muschelkalkformation (§. 353), bei deren Beschreibung die oben genannten Leitfossilien nochmals erwähnt werden.

Bemerkung: Die Verbreitung der Buntsandsteinformation wird erst am Schlusse der Beschreibung der Triasgebilde zugleich mit der Angabe der Muschelkalk- und Keuperverbreitung ausführlicher besprochen.

§. 350. **Gliederung und Lagerungsfolge der Buntsandsteinglieder.** — Die im vorigen Paragraph angegebenen Ablagerungen der Buntsandsteinformation lassen sich im Allgemeinen je nach ihrer Aufeinanderfolge von unten nach oben in folgende drei Abtheilungen oder Etagen bringen:

	Im nordwestlichen Thüringen (bei Eisenach), Hessen (am Säulingswald), Franken und Schwaben.	In der Umgebung des nördlichen und östlichen Harzes, von Wernigerode bis Sondershausen und im Bernburgschen.	In den Vogesen, z. B. im Breuschthal am Mutziger Stein und bei Salzbad.
Untere Etage (Rothes Todtliegendes).	Vorherrschend braunrother Schieferthon oder Thonmergel mit Thongallen und Zwischenschichten von glimmerreichem, weißem Plattensandstein und oft mit Gypsspathadern oder kleinen Gypsstöcken. Im Odenwalde und anderen Orten zuunterst Quarzconglomerat.	Weit ausgedehnte, mächtige Ablagerungen von grobem Rogenkalk und Hornkalk. Am Südrande des Harzes: Feinkörnige, röthliche, glimmerreiche u. darum meist dünnplattige Thonsandsteine mit einigen Dolomit- u. Rogenstein-Einlagerungen.	Ueber dem Grenzdolomit des Rothliegenden folgt thoniger Sandstein mit Schieferthoneinlagerungen u. vielem Glimmer; dann folgt der typische Vogesensand 400 Meter und zwar: 1) dickschichtiger Quarzsandstein mit rothen Thonlagen; 2) dünnschichtiger, glitzernder Sandstein mit hellen Thonlagen; 3) Quarzconglomeratbänke 10 Meter.
Mittlere Etage (Eigentlicher Buntsandstein).	Zuunterst weiße Kaolinsandsteine, darüber rother und gelber, gefleckter oder einfarbiger Thonsandstein mit Zwischenlagen von Thon oder glimmerigem Sandschiefer. Hie und da auch mit rothen Schieferthonlagern und Gypsstöcken.	Mächtig entwickelte, gelbe und röthliche, nach oben weiße, grobkörnige Sandsteine, oft aus Krystallkörnern bestehend mit Thongallen und dünnen Zwischenlagen von Thon oder Sandschiefern.	1) Gelber Sandstein mit Kieselsäure-Ausscheidungen (Karneol und kleine Quarzkrystalle). 2) Feinkörnige, meist rothe, Thonsandsteine in mehrfachem Wechsel mit rothem Schlammsandstein u. Thonschiefer. 3) Feinkörniger Quarzsandstein
Obere Etage (Röth).	Wechsellagerungen von rothen und grünen Schieferletten und Mergeln, auch bisweilen mit dünnen kalkigen Platten-Sandsteinen und häufig mit Gypsstöcken, sowie hie und da mit Steinsalzlagern. — Die Decke dieser Etage besteht aus zelligem Dolomit (z. B. bei Eisenach) oder aus Wellendolomit (z. B. bei Meiningen und Jena).		1) Pflanzenführender gelblicher Thon im Wechsel mit glimmerreichen, Voltzien führenden, Sandsteinen (Voltziensandstein). 2) Wellendolomit 5 Meter, dolomitische wulstige Sandsteine mit Zwischenlagen von Schieferthonen und Thonen.

Mit Ausnahme der Gypsstöcke und der aus einzelnen, in Thon eingebetteten, zelligen Dolomitknollen bestehenden Ablagerung in dem obersten Buntsandsteingebiete sind alle Ablagerungsmassen dieser Formation deutlich geschichtet und in sehr weit ausgedehnten Gebieten auch wagerecht

oder sanft wellenförmig, aber dabei fast stets concordant über einander abgelagert. Anders aber ist es da, wo die Buntsandsteinformation in engen, zwischen Gebirgen liegenden Gebieten oder unmittelbar an dem Fuße von Gebirgen abgelagert erscheint, da erscheinen ihre Schichtmassen nicht bloß wellenförmig gehoben, sondern auch mannichfach aufgerichtet, umgeknickt und so umgestürzt, daß eine fächerförmige Schichtenstellung entsteht, bei welcher die Schichten der unteren Etage zuoberst und das Röth zuunterst zu liegen kommt.

Dieses ist z. B. der Fall am Goldberge bei Eisenach, auf welchem alle Schichten des Rothliegenden, Zechsteins, Buntsandsteines und Muschelkalkes in der Richtung von Südwesten nach Nordosten so stark gehoben erscheinen, daß zunächst die Buntsandsteinglieder fächerförmig gestellt, sodann aber das Röth über den Muschelkalk geworfen erscheinen, in der Weise, wie es Fig. 254 veranschaulicht.

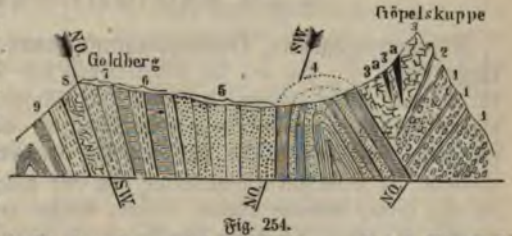


Fig. 254.

1. Granitconglomerat des Rothliegenden. — 2. 3. 3. Mergelkalk und Dolomit des Zechsteins. — a. a. Klüfte im Dolomit. — 4. 5. 6. 7. Glieder der Buntsandsteinformation. — 4. Rother Thonmergel. — 5. Weißer Kaolinsandstein. — 6. Rother Thonsandstein. — 7. Bunte Mergel. — 8. Dolomit. — 9. Muschelkalk.
(Am Goldberg bei Eisenach).

Oberflächengestalt der Buntsandsteingebiete. — Gegenden, in welchen sich die Massen der Buntsandsteinformation ungestört haben ablagern können und nur während ihres Austrocknungsprocesses sich abwechselnd sanft gehoben und niedergesenkt haben, zeigen eine höchst einförmige Oberflächengestalt. Mächtige, weit ausgedehnte, ganz allmählich ansteigende und sich auf ihren sanft gewölbten Höhen in weite Plateaus ausbreitende Hügel- und Bergwellen wechseln mit weiten, sanft concaven Thalflächen, so daß ihr ganzes Gebiet ein wellenförmiges Hügel- oder Bergland darstellt, in welchem nur da, wo durch Austrocknungsspalten die einzelnen Bergwellen quer durchbrochen und dann durch Fließ- und Regenwasser die so entstandenen Austrocknungsspalten weiter ausgenagt worden sind, enge, schluchtige Querthäler mit prall ansteigenden, mauerförmigen, Felswänden voll abentheuerlicher Felsgestalten hervortreten. Wenn aber eine solche weit ausgedehnte Buntsandsteinmasse, vielleicht durch unterirdische und sich einen Ausweg nach außen erbrechende Dämpfe getrieben, stark blasenförmig aufgetrieben auf ihrem Scheitel sternförmig zerplatzt, dann bildet sich ein schroff eingesenktes Kesselthal, von welchem strahlig nach allen Seiten hin enge bis schluchtige Thaläste abziehen, welche von den steilen, zwischen den Zerberstungsspalten stehen gebliebenen, Felsriffen umschlossen werden. Indem nun aber, wie im §. 41 e auf S. 107 schon gezeigt worden ist, die Buntsandsteinmassen um so mehr von dem Regenwasser angegriffen werden, je thonreicher die Sandsteinmassen selbst sind und je mehr diese letzteren mit Thonzwischenlagen wechsellagern, so werden die, zwischen den einzelnen Thalästen befindlichen, Felsriffe allmählich so abgeschlämmt, daß von ihnen nur einzelne Felsruinen, oft von den aben-

§. 351.

theuerlichſten, — in der Dämmerung ſogar Menſchen ähnlich erſcheinenden, — Geſtalten übrig bleiben.

Recht augenfällig tritt dieſe eigenthümliche Thal- und Felsbildung im Hauenſteiner Thale und überhaupt in der ſogenannten Dahner Schweiz, einem durch ſeine Felsbildungen höchſt merkwürdigen Buntſandſteingebiete der Bayeriſchen Pfalz, hervor.

b. Die Muſchelkalkformation.

§. 352. **Ablagerungsgebiet, Hauptablagerungsmaſſen, Erzlager und Eruptivgeſteine.** — Da, wo die Entwickelung der Trias in normaler Weiſe hat vor ſich gehen können, da bildet die Muſchelkalkformation in concordanter Auflagerung auf dem Buntſandſteine außerordentlich weit ausgebreitete und über 1000 Fuß mächtige Landesmaſſen, welche aus den Thälern der Buntſandſteinformation ſich wie langgezogene Wälle erheben, die auf ihren, mehrere Meilen breiten, Rücken große beckenförmige Ebenen tragen, in denen ſich dann gewöhnlich die einzelnen Glieder der Keuperformation abgelagert zeigen.

Wie nun das bei Weitem mächtigſte Glied der Buntſandſteinformation aus verſchiedenen Sandſteinabarten beſteht, welche wenigſtens zum großen Theile als Strandgebilde zu betrachten ſind, ſo wird die Muſchelkalkformation vorherrſchend aus marinen Kalkſteinen, Mergeln und Dolomiten gebildet, wenn man von den in ihrer mittleren Etage — aber auch nicht überall — auftretenden Anhydrit-, Gyps- und Steinſalzlagern abſieht. — Ueber dieſe Bildungsmaſſen iſt nun Folgendes mitzutheilen:

a. Unter den verſchiedenen **Abarten des Kalkſteines** machen ſich vorzüglich in Deutſchland namentlich der Wellenkalk, der Schaumkalk oder Mehlbatzen und der eigentliche oder typiſche Muſchelkalk theils durch ihre Mächtigkeit, theils auch dadurch, daß ſie beſtimmte Horizonte in der Muſchelkalkformation bilden, bemerklich.

1) Der Wellenkalk, ein ſehr dünn geſchichteter, bisweilen ſogar ſchiefriger, rauch- oder aſchgrauer, bei der Verwitterung gewöhnlich gelblich werdender, dichter bis erdiger, meiſt etwas bituminöſer, Kalkſtein, welcher an ſeinen Schichtungsflächen wellig gerunzelt oder gefaltet und ſehr gewöhnlich mit ſchlangen- oder hufeiſenförmigen Steinwulſten (Schlangenwulſten) beſetzt iſt und in der Regel mit dünn- oder ſchiefrig-ſchichtigen Mergellagen wechſellagert, oft aber auch von 1 — 3 Fuß mächtigen, ebenflächigen, Terebrateln und Trochiten einſchließenden, dichten oder ſcheinbar kryſtalliniſchen Kalkſteinen (z. B. bei Eiſenach) durchzogen wird. Er bildet gewöhnlich die untere Etage der Muſchelkalkformation und erreicht z. B. im nordweſtlichen Deutſchland eine Mächtigkeit von 100 bis 900 Fuß.

Erklärung: Die ſogenannten Schlangenwulſte, welche von mehreren theils für verſteinte Seewürmer, theils auch für Abwurf von Seethieren gehalten worden ſind, verdanken wahrſcheinlich wan-

dernden Muschelthieren ihre Entstehung. Wenn nemlich diese Thiere §. 352.
auf einem, zwar weichen, aber doch schon zäh gewordenen, Schlammgrunde sich fortbewegen, so ziehen sie mit ihrem Fuße oder auch wohl mit ihren Schalen eine Furche in denselben. Bilden nun später niedersinkende Schlammtheile eine Decke über den durchfurchten Schlamm, so füllen sie alle in demselben befindlichen Furchen so aus, daß nun an der Unterfläche der neuen Schlammdecke hervortretende Wulste entstehen.

2) Der Schlammkalk oder Mehlbatzen, ein fein- bis grobporöser, zäher, beim Zerschlagen oder Zerreiben mit dem Hammer ein weißes Mehl gebender, gewöhnlich graugelblicher oder auch röthlicher, bisweilen sogar ziegelrother, Kalkstein, welcher dickgeschichtet ist, häufig reihenweise stehende, zolllange Stylolithen (d. i. längsgestreifte Stengel oder Cylinder) und zahlreiche Muschelkalk-Versteinerungen einschließt und in manchen Gebieten nur eine Mächtigkeit von 2 bis 6 Fuß (bei Eisenach), in anderen von 30 bis 40 Fuß (bei Braunschweig) und in noch anderen von 200 Fuß (z. B. bei Rüdersdorf unweit Berlin) erreicht. Er lagert in der Regel unmittelbar über dem Wellenkalk und bildet dann einen geognostischen Horizont zwischen diesem und dem eigentlichen Muschelkalk, so namentlich bei Eisenach.

3) Der eigentliche oder typische Muschelkalk (nach Naumann: Hauptmuschelkalk und nach Alberti: Kalkstein von Friedrichshall), ein bald erdig-dichter und dann im Bruche erdiger, bald krypto-krystallinischer und im Bruche splitteriger, bald auch durch zahlreich beigemengte und in Kalkspath umgewandelte Trochiten deutlich krystallinischer, asch- oder rauchgrauer, nicht selten auch ockergelb oder rothgefleckter und geaderter Kalkstein, welcher namentlich in seinen ganz dichten Abarten einen flachmuscheligen Bruch zeigt und in seiner Masse nicht selten soviel Kieselsäure enthält, daß er sehr hart ist, am Stahle funkt („Hornkalk, Kieselkalk") und nicht nur Knollen von Hornstein, sondern auch Drusen von wasserhellen Bergkrystallen umschließt. Er bildet 1 — 3 Fuß mächtige, meist ganz ebenflächige, aber oft auch mit Schlangenwulsten besetzte, Schichten, welche oft quaderförmig abgesondert sind und gewöhnlich mit unreingrauen Mergellagen wechsellagern, mit denen sie vorzüglich an ihren unteren Schichtflächen häufig so innig verschmolzen sind, daß die Mergel eine Art, fest mit dem Kalksteine verwachsener, blättriger Rinde bilden. Die Mächtigkeit dieses Kalksteines, welcher theils unmittelbar über dem Wellen- und Schaumkalke, theils erst über der, aus Anhydrit, Gyps, Thon und Steinsalz bestehenden, mittleren Etage der Muschelkalkformation lagert, beträgt 150 bis 400 Fuß.

Zwischen den Ablagerungen der eben beschriebenen Kalksteinarten treten nun einzelne Schichtmassen auf, welche so mit gewissen Petrefactenarten erfüllt sind, daß sie gewissermaßen als Petrefacten-Aggregate zu betrachten sind, welche durch Kalkbrei zu-

§. 352. sammengekittet erscheinen. Zu diesen Petrefacten-Aggregationen gehören:

α. der Terebratulitenkalk, erfüllt mit den Steinkernen von Terebratula vulgaris; vorzüglich zwischen dem Wellenkalke;

β. der Trochiten- oder Enkrinitenkalk, erfüllt mit den, in Kalkspath versteinerten Stielgliedern (Trochiten) von Encrinites liliiformis; theils zwischen den Wellenkalk-, theils zwischen den eigentlichen Muschelkalkschichten oft mächtige Bänke bildend;

γ. der Limakalk, mit Limaschalen; in dem oberen Muschelkalke.

Außerdem kommen namentlich in dem eigentlichen Muschelkalke noch Schichten vor, welche aus einem wahren Conglomerate von meist zerbrochenen und durch ein ockergelbes Thon-, Mergel- oder Kalkcäment fest zusammengekitteten Conchylien bestehen.

Endlich treten auch hie und da (z. B. am Seeberge bei Gotha, bei Jena, bei Braunschweig und Hildesheim) 2 bis 20 Fuß mächtige Kalksteinablagerungen auf, welche aus einem asch- oder rauchgrauen Kalksteine bestehen, welcher zahlreiche hirse- bis linsengroße, concentrisch-schalige Oolithkörner umschließt, und als wahre oolithische Kalksteine anzusehen sind.

b. Mit den Kalksteinen im Verbande stehen Mergel und Dolomite.

1) Die Mergel, welche bald nur in dünnen Zwischenlagen, bald aber auch in mehr selbstständigen Schichtenzonen auftreten, sind gewöhnlich gelblichgrau, dicht oder auch blättrig-schiefrig und theils kalk-, theils thonreich, theils auch dolomitisch. Nicht selten umschließen sie linsenförmige, von einem Kalkspathnetze durchzogene, Septarien oder auch schöne Kalkspathdrusen.

2) Die Dolomite, welche bald in der Etage des Wellenkalkes, bald in der Anhydritgruppe, bald auch in der Etage des Kalksteins von Friedrichshall auftreten und dann oft mächtige Bänke bilden, sind theils wahrer Dolomit und dann in der Regel körnig-krystallinisch oder sandkörnig und rauchgrau oder graugelb, theils dolomitischer Kalkstein oder Mergel und dann meist sehr zellig und zerklüftet, theils wahrer Wellendolomit. Der erstere macht sich namentlich in der oberen, eigentlichen Muschelkalketage (z. B. bei Eisenach) bemerklich; der zellige Dolomit aber bildet namentlich in der Anhydrit-Gypsetage die Decke (z. B. im nördlichen Schwarzwalde und auch bei Stedtfeld unweit Eisenach); der Wellendolomit endlich zeigt sich namentlich in der Etage des Wellenkalkes und vertritt dann bisweilen die Stelle des letzteren (z. B. im nördlichen Schwarzwalde). Bemerkenswerth ist es, daß er häufig thonhaltig ist und oft auch soviel Kieselsäure besitzt, daß dieselbe Knollen von Hornstein und Nester von Quarzkrystallen bildet.

c. Anhydrit, Gyps, Thongyps, Salzthon und Steinsalz bilden zusammen als sogenannte Anhydritgruppe in vielen Muschelkalkgebieten (— z. B. namentlich in der Umgebung des Neckarthales

Würtembergs und Badens —) eine bedeutende Mittelzone zwischen der Wellenkalk- und eigentlichen Muschelkalk- oder Friedrichshaller Kalketage. Unter ihnen ist wohl der Anhydrit das Hauptgestein; denn er bildet das Muttergestein des Gypses, welcher gewöhnlich als Decke über dem Anhydrite auftritt. In der Regel erscheint er im frischen Zustande ganz wasserfrei und von beigemengtem Bitumen rauchgrau oder auch bräunlichschwarz, bei längerem Liegen an der Luft aber weißlich und mehr oder weniger wasserhaltig. Häufig ist er von Thon und nicht selten auch von Steinsalznestern durchzogen. Seine nächsten Begleiter sind Gyps und Thon. Der in der Regel dunkelgraue Thon umhüllt gewöhnlich den Anhydrit und Gyps, bildet aber auch nicht selten massige, stockförmige Ablagerungen innerhalb der Anhydritstöcke und ist häufig nach allen Richtungen hin theils von Gypsadern (so beim Thongyps), theils von fein zertheiltem Steinsalz (so beim Salzthone) durchzogen. Anhydrit und Thon bilden aber auch die Umhüllungen der bisweilen außerordentlich mächtigen Lager und Stöcke vom Steinsalz, welche z. B. bei Friedrichshall und Wilhelmsglück in Würtemberg, bei Dürrheim in Baden, bei Sulz am Neckar, bei Buffleben im Gothaischen, bei Arnstadt und Erfurt, sowie bei Stotternheim im Weimarischen, erbohrt worden sind.

Außer den eben angegebenen Hauptablagerungsmassen der Muschelkalksteinformation kommen nun hie und da in dieser Formation auch noch mehr oder minder beträchtliche Lager oder eingesprengte Körner von verschiedenen Erzen vor, so von Zinkerzen (Galmei und Zinkblende), Brauneisenerz und Bleiglanz in dem Kalk und Dolomit der Wellenkalketage z. B. bei Tarnowitz und Naklo in Oberschlesien und bei Bonndorf und Wiesloch in Baden. — Ebenso treten im unteren Muschelkalk bei Zwetzen, Wogau und Dornburg unweit Jena und im oberen Muschelkalke bei Wimpfen, Schwenningen und anderen Orten Schwabens Nester und kleine Lager von Cölestin auf; und endlich kommen im eigentlichen Muschelkalk sehr häufig Lagen von feuersteinähnlichem Hornstein vor.

Endlich machen sich hie und da — z. B. bei Hörschel unweit Eisenach, an dem Gebaberg bei Meiningen, am großen Gleichberg bei Römhild, an der Steinburg bei Suhla im Thüringer Walde u. s. w. — Gänge, Stöcke und Kuppen von Basaltgesteinen bemerklich, deren Eruptionen indessen erst während der Braunkohlenperiode erfolgt sind und auf ihrem Zuge zur Erdoberfläche zufällig die längst schon vorhandenen, erstarrten und über dem Meeresspiegel emporgehobenen Landesmassen der Muschelkalkformation durchbrochen haben.

Organismenreste in der Muschelkalkformation. — Obgleich manche Schichten des Muschelkalkes so erfüllt sind namentlich von Muschelschalen, daß man sie geradezu für Muschelbänke oder Muschelconglomerate halten kann, so waren doch während der Bildungszeit der Muschelkalkformation, wie überhaupt aller Triasformationen die Lebensverhältnisse nicht günstig für die Entwickelung einer an verschiedenen Familien, Gattungen und Arten reichen Thierwelt. Wenigstens spricht für diese Ansicht, daß verhältnißmäßig nur wenig Gattungen und Arten von Thierresten in den §. 353.

§. 353. Formationen der Trias bis jetzt gefunden worden ſind, und daß die bis jetzt beobachteten Muſchelkalk-Thierarten ſich ihren Formen nach durchaus von allen Thierarten der früheren und ſpäteren Formationen unterſcheiden, wenn man von der, ſpäter noch beſonders zu betrachtenden, alpinen Trias abſieht. Die folgende Ueberſicht der Muſchelkalkfauna wird dieſe Ausſprüche beſtätigen.

a. Von Amorphozoën hat man bis jetzt namentlich im Buntſandſtein von Jena das ſchon erwähnte röhrenwurm- oder wurzelähnliche Rhizocorallium Jenense (nach Zenker), dann ein Paar Seeſchwämme (Spongia triasica Mich.) bei Lüneville und Scyphia Kaminensis (Beyr.) von Kamin bei Beuthen gefunden.

b. Von Korallen ſind ebenfalls bis jetzt nur einzelne Spuren (ſo eine Astraea und Stylina bei Lüneville, die Montlivaltia triasica von Gleiwitz und Mikultſchütz und die eben daſelbſt von Beyrich beobachtete Thamnastraea Silesiaca) bemerkt worden.

c. Von Strahlthieren aber hat man zunächſt den, in außerordentlich großen Mengen auftretenden und für die ganze Trias charakteriſtiſchen, **Encrinus liliiformis** (Fig. 255), außer ihm noch den Encrinus pentactinus und dubius, ſowie den Dadocrinus gracilis und außerdem noch Seeſterne, namentlich Aspidura scutellata, und einzelne Reſte von Seeigeln (Cidaris grandaeva) aufgefunden.

Fig. 255.
Encrinus liliiformis.

a, b, c Krone der Meerlilie (in halber Größe) mit 5 zweifingerigen Armen a.
b u. c Becher der Meerlilie.
d Abwechſelnd kleinere Säulenglieder.
f Ein Säulenglied auf der Querfläche in natürlicher Größe, um die ſtrahlenförmigen Furchen zu zeigen.
g Drei der untern Säulenglieder des etwa 2' langen Stiels, mit welchem das Thier auf dem Meerboden angewachſen war.

d. Dagegen liefert die Claſſe der Mollusken zahlreiche Geſchlechter und Arten, ſo

1) aus der Ordnung der Brachiopoden, namentlich die in großer Zahl auftretende **Terebratula vulgaris** (Fig. 256), die Retzia

Fig. 256. Terebratula vulgaris v. Schl.

Anſicht von der Bauchſeite, welche oben den charakteriſtiſchen rechten Winkel zeigt, welcher von den Randkanten der Rückenſchale gebildet wird.

Fig. 257. Retzia trigonella v. Schl.

a Anſicht von der Bauchſeite. b Queranſicht von unten. c Anſicht von der Seite.

Ausgezeichnet durch 4 Rippen auf jeder Klappe, welche auf der Stirn ringförmig zuſammenlaufen; Schnabel mit großer, runder Oeffnung.

§. 353.

trigonella (Fig. 257), den Spirifer Mentzeli, die Lingula tenuissima (Fig. 258) und die Rhyngonella Mentzeli (Fig. 259);

Fig. 258. Lingula tenuissima.

Fig. 259. Rhyngonella Mentzeli.

2) aus der Ordnung der Muscheln oder Bivalven die häufig auf Ceratitengehäusen festsitzende Auster Ostrea placunoides, vor allen aber die **Pecten laevigatus** Br. (Fig. 260) und Pecten discites Br., die **Lima striata** (Fig. 261) u. lineata Goldf., die **Gervillia socialis** Qu. (Fig. 262), die **Myophoria vulgaris** Br. (Fig. 263), Myophoria lineata Münst. (Fig. 264), u. Goldfussi Alb. und den Myacites elongatus Schl.;

Fig. 260. Pecten laevigatus Br.

a Rückenansicht.

b Seitenansicht.

Fig. 261. Lima striata.

Fig. 262. Gervillia socialis v. Schl.
Seitenansicht. An der eigentlichen Drehung (a) der hier abgebildeten linken Klappe und an der hintern flügelförmigen Erweiterung (b) leicht kenntlich.

Fig. 263.
Myophoria curvirostris oder Trigonia vulgaris.

§. 353. 3) aus der Ordnung der Schnecken oder Gaſteropoden: **Dentalium laeve** Schl. (Fig. 265), Natica gregaria Schl., Turbonilla scalata Gold. (Fig. 266) und Turritella obsoleta Giebel;

4) aus der Ordnung der Kopffüßler (Cephalopoden) vor allen den **Ceratites nodosus** Haan (Fig. 267) und Nautilus bidorsatus Bronn (Fig. 268).

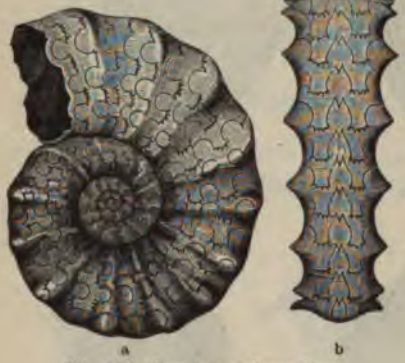
e. Aber die Claſſe der Kruſtenthiere (Cruſtaceen oder Arthropoden) hat nur einen langſchwänzigen Krebs, den Pemphix Sueurii Bronn (Fig. 269) geliefert.

f. Von Fiſchen hat man namentlich Zähne von Hybodus plicatilis Ag. (Fig. 270) und Saurichthys, ſowie Schuppen von Gyrolepis beobachtet.

Fig. 264.
Myophoria lineata Münst.

Fig. 265.
Dentalium laeve.

Fig. 266. Turbonilla scalata.



a b

Fig. 267. Ceratites nodosus Brug.
a Anſicht von der Seite; b Rückenanſicht, auf jeder Seite neben den gezähnelten Loben eine Reihe ſtarker Knoten zeigend.

Fig. 268. Nautilus bidorsatus.

g. Von Sauriern endlich hat man bis jetzt nur Schädel, Zähne, Rückenwirbel oder Rippen theils vom Placodus gigas Ag., theils vom Nothosaurus mirabilis Münst. gefunden.

Fig. 269. Pemphix Sueurii.

Fig. 270. Hybodus plicatilis.

§. 354.

Gliederung und Reihenfolge der Muschelkalk-Ablagerungsmassen. — Wie schon im vorigen Paragraph angedeutet worden ist, so bilden die sämmtlichen über einander folgenden Ablagerungen der Muschelkalkformation drei Etagen oder Abtheilungen, nemlich:

1) eine untere Etage, deren vorherrschendes Glied zwar **Wellenkalk** ist, aber auch Zwischenbänke von Terebratuliten- und Trochitenkalk enthält, im südlichen Schwarzwalde zum großen Theile durch Wellenbolomitmergel vertreten wird, und Schaumkalk zur Decke hat;
2) eine mittlere Etage, deren charakterisirendes Glied **Anhydrit** ist, mit welchem jedoch Gyps, dolomitische Mergel, Salzthon und Steinsalz im Verbande stehen;
3) eine obere Etage, welche vorherrschend aus den verschiedenen Abarten des **eigentlichen Muschelkalkes** besteht, welcher in einzelnen Schichten sehr reich an Petrefacten (Nautilus bidorsatus, Ceratites nodosus, Lima striata, Pecten laevigatus, Gervillia socialis und Encrinus liliiformis) ist, gewöhnlich mit dünnen Thon- und Mergelschichten wechsellagert und häufig Dolomit zur Decke hat.

Wenn nun auch die Hauptglieder dieser drei Etagen wenigstens in Deutschland wohl überall vorkommen, so ist doch die specielle Gliederung jeder dieser Etagen nicht überall eine und dieselbe, indem sich in dem einen Muschelkalkgebiete Ablagerungen einschieben, welche in dem anderen fehlen. Die folgende Uebersicht von „Gliederungen der Muschelkalkformation aus verschiedenen Gegenden Deutschlands“ wird alles dieses verdeutlichen:

§. 354. Gliederung des Muschelkalk

Von oben nach unten:	In Würtemberg.	Bei Würzburg.	In Braunschw
I. Obere Etage. (Kalkstein von Friedrichshall).	**60 bis 100 Fuß m.** a. Dolomitische, zum Theil oolithische Kalksteine mit vielen Fischresten. b. Grauer, dünngeschichteter, versteinerungsarmer Kalkstein mit Mergelschiefern. c. Schichten mit Pecten discites. d. Feinkörniger Rogenstein. e. Trochitenkalk. f. Dünngeschichteter, grauer Kalk mit gelben Thonstreifen. g. Grauer Trochitenkalk mit dunklen Thonlagen.	Glaukonitischer od. Bairdienkalk. Kalk mit Trigonodus Sandbergeri östlich von Würzburg. Ostracodenkalk westlich von Würzburg. Wulstiger Kalk mit Ceratites semipartitus. Kalkplatten mit Ceratites nodosus. Terebratula cycloides-Bank. Plattenkalke mit Pecten discites. Encrinus und Spiriferina. Lima striata-Bank. Bänke mit Gervillia socialis und Myophoria vulgaris. Hauptencrinitenbank. Kalke mit Hornstein.	**100 bis 150 F** Zuoberst Kalk Ceratites nod Trigonia sig darunter Wechsell von rauch- oder gr Muschelkalk, gelbli Thon und thonigen hauptsächlich mit discites u. Ge Alberti.
II. Mittlere Etage. (Anhydritgruppe).	**200 bis 400 Fuß m.** Graue oder gelbliche Lager von Stinkkalk, Gyps, Anhydrit, schwarzgrauem Salzthon und Steinsalzmassen; nach oben auch Dolomit. — Ohne Versteinerungen.	Zellendolomit und locale Thon-, Salz- und Gypsbildungen.	**140 bis 150 F** Mit Trochiten, tula und Lima str a. Kalksteinbänke crinus lili b. Oolithenkalk m lithen. c. Dünngeschichtete gelber Kalkstein mit Tereb trigonella. d. Dolomitmergel lomit.
III. Untere Etage. (Wellenkalk).	**140 bis 200 Fuß m.** Dünngeschichtete, graue Wellenkalke oder Wellenmergel mit untergeordneten schwarzgrauen Thon-, Gyps- und Steinsalzlagern; die untersten Schichten sind oft Wellendolomit.	Schichten der Myophoria orbicularis. Gelbe Mergel. Schaumkalk mit Gervillia socialis, Pecten discites u. Dental. torquatum. Wellenkalk. Spiriferina-Bank. Wellenkalk. Spirigerina-Bank. Wellenkalk. Terebratelbank. Wellenkalk. Dentalienkalk. Unterer Wellenkalk mit Lima lineata u. Wulsten. Wellendolomit mit Lingula tenuissima, Estherien und Saurierknochen.	**250 bis 280 F** Mit Turbo gre Turritella scalata a. Wellenkalk mit gewulsten. b. Versteinerung Schaumkalk, r mit Turritella c. Wellenkalk m Schlangenwulste

verschiedenen Gegenden Deutschlands.

§. 354.

Bei Eisenach.	Bei Jena und im östlichen Thüringen.	Bei Meiningen.	In Oberschlesien.
100 bis 150 F. m. 1) Graue Thonschichten im Wechsel mit grauen ebenschichtigen Kalksteinen mit Ceratites und Dentalien. 2) Mächtige Bänke von grauem, ockergelb gefärbtem, Kalkstein mit Ceratites, Pecten laevigatus, Terebratula und Trigonia vulgaris. 3) Dickgeschichteter Kalkstein mit Schlangenwulsten und Ceratites, Nautilus, Lima striata u. Encrinus.	**60 bis 80 Fuß m.** Kalk und Kalkmergel in Wechsellagerung. Zuoberst: Weiße Mergel mit schwachen Kalkplatten. Darunter: Kalkstein mit Ceratites nodosus und zwar: 1) Wechsel von Kalkplatten (Glasplatten) und mergeligen Schiefern (Fischschuppen-Schichten). 2) Kalkbänke voller Terebratula vulgaris. 3) Kalk mit Pecten discites. 4) Kalk mit Gervillia socialis. 5) Kalk mit Lima striata.	Feinspäthig, dunkelgrau, voll kleiner Muschelkrebse (— Bairdia-bank —). Kalkbank mit Schuppen von Gyrolepis. Obere Thonplatten mit Ceratites nodosus. Bank voll kleiner Terebr. cycloides. Untere Thonplatten mit Ceratites enodis, Encrinus und Terebratula vulgaris. Kalkbänke mit Pecten Albertii. Lima striata-Bank. Crinoidenkalke. Oolithische Kalke mit Pecten Albertii und Ostr. Schübleri. Hornstein führende Kalke voll kleiner Muscheln.	Rybnaër Kalkstein und Dolomit (Opatowitzer Kalkstein) mit Ceratites nodosus u. vielen Fisch- u. Saurierresten (Acrodus, Hybodus, Saurichthys, Notosaurus).
80 bis ? Fuß m. 1) Ockergelber, sandsteinähnlicher Dolomit. 2) Hellgrauer Kalkmergel mit Gypsadern. 3) Gyps und Anhydrit. 4) Gelblicher, oft sandsteinähnlicher Dolomitkalkstein (bei Hörschel).	**Bis 280 Fuß mächt.** 1) Gyps, Anhydrit und Steinsalz (Erfurt, Sulza, Stotternheim). 2) Feinkörnig Dolomit. 3) Lichter, dickschiefriger, dolomitischer Kalkstein.	Feinkörnige Dolomite. Weiße Mergelkalke; drusige Zellenkalke und lückige Dolomite; gelbe, dolomitische Mergel.	Versteinerungsleere Dolomitmergel.
180 bis 400 F. m. 1) Grauer Wellenkalk mit Schlangenwulsten und Myophoria orbicularis. 2) Schaumkalk mit Stylolithen und Encriniten, Dentalium laeve, Pecten discites, Gervillia socialis und Trigonia vulgaris. 3) Bänke von Terebratuliten- und Trochitenkalk im Wechsel mit Wellenkalk. 4) Dünngeschichteter Kalkstein voll Trigonia vulgaris, Gervillia socialis u. s. w. 5) Ockeriger dolomitischer Mergel („Wellendolomit").	**280 bis 300 F. m.** 1) Schaumkalk mit Trochiten. 2) Oberer Wellenkalk. 3) Kalkschicht mit Nucula Goldfussi. 4) Terebratula bank. 5) Unterer Wellenkalk mit Rhizocorallium und zerdrückten Muscheln, Dentalien und Schnecken. 6) Ebenschichtige, blättrige, Kalkschiefer mit Fischschuppen, Zähnen, Myophorien und Gervillien.	Myophoria orbicularis-Bank. Schaumkalk mit Encrinus, Gervillia, Myophoria, Pecten discites, Nucula elliptica. Terebratuliten- und Trochitenkalk. Oolithischer Schaumkalk mit Pecten discites und Myophoria elegans. Unterer Wellenkalk mit Crinoiden- u. Dentalienbänken. Rothe Thone u. Zellendolomit. Wellendolomit mit Gervillia socialis und Plattenkalk mit Modiola Credneri u. Myophoria vulgaris.	a. Himmelwitzer Dolomit mit Myophoria vulgaris. b. Schaumkalk von Mikultschütz mit Retzia trigonella, Spirifer Mentzeli, Terebratula angusta. c. Encriniten- und Terebratelschichten. d. Schaumkalkschichten von Gorasdze. e. Blauer Sohlenstein mit Spir. Mentzeli und Ter. angusta. f. Grauer Kalkstein von Chorsow mit Encrinus, Terebratula, Gervillia, Pecten, Nautilus u. s. w. g. Cavernöser Kalk ohne Versteinerungen.

§. 355. **Ablagerungsformen und Oberflächengestaltung der Muschelkalkgebiete.** — Da, wo sich die Glieder der Muschelkalkformation ungestört durch äußere Erschütterungen haben absetzen können, und wo sie nur durch den Eintrocknungsproceß in einzelne mächtige, weit ausgedehnte Schollen zertheilt wurden, da bilden sie höchst einförmige Hochflächen, welche in Folge der Zusammenziehung ihrer Massetheile nach ihrer Mittelaxe hin beckenförmig vertieft sind und sich nach ihren Rändern hin mehr oder weniger stark heben, um dann an der abgewendeten Randfläche gewöhnlich steil nach den Thälern des Buntsandsteines abzufallen. Indem nun dieser Hebungs- und Senkungsproceß mit jeder einzelnen der mächtigen Muschelkalkschollen vor sich ging, wurde die ganze Plateaumasse des Muschelkalkes in lauter einzelne Theilplateaus zerrissen, welche alle auf ihrer Oberfläche ein weit ausgedehntes Becken und an ihren gehobenen Beckenrändern einen steil abfallenden Abhang besitzen, so daß zwischen den einzelnen Theilplateaus tief eingeschnittene, mit prall ansteigenden, mauerförmigen Felsgehängen versehene, schluchtige Längen- und Querthäler entstanden, welche indessen meist durch den Einfluß des fort und fort an ihnen nagenden Regen- und Flußwassers viel von ihren schroffen Gehängen verloren und breiter wurden. Ja die kleinen und schmalen dieser Theilplateaumassen wurden im Verlaufe der Zeit durch das fortwährende Nagen des Regenwassers in einzelne kegelförmige Kuppen und Rücken, welche an der ehemaligen Plateauseite sanft und an der ursprünglichen Abhangsfläche steil abfallen, umgewandelt. In allem diesen liegt der Grund, warum gegenwärtig die in einem Landesgebiete auftretenden Muschelkalkmassen, wenn sie sonst nicht durch Erderschütterungen in ihren Ablagerungsformen gestört worden sind, von den Thälern des Buntsandsteins aus gesehen, wallförmige Bergzüge zeigen, welche auf ihren Rücken beckenförmige Plateaus tragen und durch enge Querthäler häufig in einzelne Wallrücken und Kegelberge zertheilt erscheinen.

Wenn aber wellenförmige Erderschütterungen auf die Ablagerungen des Muschelkalkes eingewirkt haben, dann erscheinen ihre einzelnen Schollen mannichfach gehoben, wellig zusammen und über einander geschoben, am meisten aber in der Weise verworfen, daß von den, zu beiden Seiten einer Austrocknungsspalte gelegenen, Muschelkalkschollen die eine oft einen weit höheren Lagerungshorizont bekommt als die andere, so daß nun die Gesammtmasse des Muschelkalkplateaus aus lauter parallel und in der Richtung der sich fortbewegenden Erdschwingungen hinter einander liegenden, terrassig auf- und absteigenden Theilplateaus oder auch Bergrücken zusammengesetzt erscheint.

Am meisten indessen erlitten unter den verschiedenen Ablagerungen des Muschelkalkes die Massen des Wellenkalkes Störungen in ihren Sedimenten. Diese, welche aus dünnen, meist Thon und Bitumen haltigen, Kalkschichten und zwischen ihnen befindlichen Thonlagen bestehen und in Folge ihres Thon- und Bitumengehaltes stark Wasser ansogen und hierdurch aufquollen, mußten sich wellig auf- und abbiegen, da sie durch die über, unter und neben ihnen befindlichen Ablagerungsmassen nach allen Seiten an ihrer Ausdehnung verhindert wurden. Als nun auch wellenförmige Erderschwin-

gungen die Gesammtmasse des Muschelkalkes in Bewegung setzten und verschoben, da mußten diese, an sich schon wellig und zickzackig gebogenen, Wellenkalkschichten die stärksten Zerdrückungen und solche Verschiebungen erleiden, daß sie in der That oft einem versteinten Schwalle von brandenden Meereswogen gleichen, wie schon im §. 274 S. 686 und 687 Fig. 106, 107 und 109 gezeigt worden ist.

Ueber die weiteren Veränderungen, welche die Ablagerungen erlitten haben, wird erst im §. 360, wo überhaupt von den Dislocationen der Triasformationen die Rede ist, noch mehr mitgetheilt werden. Daselbst wird dann auch die Verbreitung der Muschelkalkformation im §. 361 noch näher angegeben werden.

c. Die Keuperformation.

Ablagerungsgebiet und Hauptglieder der Keuperformation. — §. 356.
Es ist schon bei der Beschreibung der Terrainbildung des Muschelkalkes angedeutet worden, daß die Massen desselben nach ihrer Trockenlegung sich in einzelne mächtige Landesschollen zertheilten, welche sich nach ihrer Mittelaxe hin, von ihrem eigenen Gewichte niederwärts gezogen, becken- oder rinnenförmig einsenkten, während sie sich an ihren Rändern stark hoben. In die hierdurch entstandenen Austrocknungsspalten zwischen zwei Muschelkalkspalten sowohl, wie auch in die becken-, busen- und kanalförmigen Vertiefungen auf den Plateaus der Muschelkalkformation drangen nun wieder die Meeresfluthen ein und setzten in ihnen das, aus der Zerstörung theils von Muschelkalk-, theils von Buntsandsteinmassen erhaltene, Landbildungsmaterial ab. Aus diesem Materiale sind die Ablagerungen der Keuperformation entstanden. Diese Formation ist demnach theils ein Binnenmeer- und Meeresbusen-, theils auch ein Meeresstraßengebilde und muß also auch aus dreierlei Ablagerungsmassen bestehen, nemlich einerseits aus Sedimenten, welche vorzüglich aus Landschlamm entstanden sind und sich hauptsächlich am Rande tief einschneidender Buchten oder auch in der Mündung von Flüssen, welche in das Keupermeer flossen, absetzten, andererseits aus Ablagerungen, welche sich aus der Mischung von Land- und Meeresschlamm entwickelten (Brackwasserbildungen) und vorzüglich am Rande der Landschlammgebilde oder auch über ihnen niederschlugen, und endlich auch aus Niederschlägen, welche nur aus dem Meeresschlamme und den im Meerwasser befindlichen Mineralösungen hervorgingen und darum vorherrschend in den größeren Keupermeeren abgelagert wurden.

Zu den Landschlammgebilden gehören nun die Lettenschiefer, Lettenkohlen und Lettensandsteine; zu den Brackwassergebilden aber sind zu rechnen die grauen, meist mergeligen Sandsteine mit zahlreichen Resten von Landpflanzen, die Täniodonschiefer und Täniodonmergel, sowie das Bonebed — mit einem Worte: die Rhätgebilde im Allgemeinen; dagegen sind die bunten Mergel, Schieferthone, Dolomite und der hie und da auftretende Kalkstein, der Gyps und das Steinsalz als Meeresgebilde zu betrachten. Unter

§. 356. allen dieſen Ablagerungsmaſſen der Keuperformation ſind am weiteſten verbreitet und am mächtigſten entwickelt die bunten Mergel und Schieferthone mit ihrem Dolomite, Gyps und Steinſalz; nächſt ihnen machen ſich die Sandſteine am bemerklichſten; weniger verbreitet dagegen ſcheinen die Kalkſteine, Lettenkohlen- und Rhätgebilde zu ſein. Dieſe Glieder der Keuperformation müſſen daher im Folgenden näher betrachtet werden.

1) Die **bunten Keupermergel** haben viel Aehnliches mit den bunten Mergeln der Buntſandſteinformation, indem ſie theils abwechſelnd aus braun- oder bläulichrothen, blaugrünen, grüngelben, ockergelben und grauen Lagen beſtehen, ſo daß ſie in ihrer Geſammtmaſſe ſich ſchon von Weitem als buntgebänderte Maſſen bemerklich machen, theils ſchon in ihren einzelnen Lagen mannichfach geflammt, gefleckt, geadert oder geſtreift erſcheinen. Ihrem Kalkgehalte nach gehören ſie theils zu den Thon-, theils zu den Kalk-, theils auch zu den Dolomitmergeln.

   a. Die Thonmergel brauſen nur wenig — und oft erſt beim Zerpulvern — mit Säuren auf, ſind theils blättrig, theils compact und zerfallen an der Luft in ein Haufwerk von kleinen, eckigen Stückchen. Bisweilen ſind ſie ſo von erſtarrter Kieſelſäure durchzogen, daß ſie entweder hart und jaspisartig erſcheinen (Steinmergel) oder in ihrer Maſſe ſehr zahlreiche kleine (1 bis 3 Linien große), aber regelrecht ausgebildete Quarzkryſtalle enthalten (z. B. an der Michelskuppe bei Eiſenach).

   b. Die Kalkmergel brauſen um ſo ſtärker mit Säuren auf, je weniger ſie Magneſiacarbonat enthalten, ſind meiſt weiß oder grünlich, oft auch weiß und — von beigemiſchter Grünerde — grün, ockergelb oder rothbraun gefleckt, bald dicht, bald grobkörnig-kryſtalliniſch und dann oft voller Höhlungen oder Taſchen, welche nicht ſelten die ſchönſten Druſen von Kalkſpath-, Braunſpath-, Schwerſpath- oder auch von Quarzkryſtallen enthalten. Sie bilden gewöhnlich dünne, 6 bis 12 Zoll mächtige Schichten zwiſchen den rothbraunen Thonmergelablagerungen und gehen nicht ſelten in wahre Dolomitmergel über, welche ſich durch ihr langſames Aufbrauſen beim Betropfen mit Säuren und durch ihre zellige, zerklüftete Maſſen auszeichnen. Sowohl der Kalk-, wie Dolomitmergel zerfallen beim Verwittern nicht in eckige Stückchen, ſondern geben eine Erdkrume, welche mit kleinen rundlichen Mergelknöllchen untermengt iſt.

2) Mit den Mergeln zuſammen und häufig in Wechſellagerung treten rothbraune, ockergelbe und grün- oder blaugraue **Schieferthone** auf, welche gewöhnlich bei mächtiger Ablagerung (wie dieſes namentlich in den unteren Lagen der mittleren Etage der Keuperformation der Fall iſt) von zahlreichen weißen und rothen Faſergyps- oder Gypsſpathadern ſo nach allen Richtungen hin durchzogen erſcheinen, daß der Gyps oft das Netz bildet, in deſſen Maſchen der rothe Schieferthon ſitzt, außerdem aber oft auch eine große Menge von nuß- bis hühnereigroßen Knollen umſchließen, welche aus con-

centrischen Schalen von ockergelbem Thoneisenstein bestehen und einen Röthelkern enthalten. §. 356.

Nicht selten findet man in diesen, unter dem Namen „Adlereier, Klappersteine oder auch thoniger Sphärosiderite" bekannten, Thoneisensteinknollen noch einen unzersetzten Kern von thonigem Eisenspath, so daß man annehmen muß, daß diese eigenthümlichen Knollen aus der höheren Oxydation von thonigen Eisenspathknollen entstanden sind. Bisweilen aber besteht auch der Kern dieser Knollen aus einer Markasitkugel. In diesem Falle darf man wohl annehmen, daß zunächst diese Knollen aus der theilweisen Oxydation und Zersetzung des Markasites, sodann aber die Gypsadern in den Schieferthonen durch den Einfluß der bei der Oxydation des Markasites frei gewordenen Schwefelsäure aus dem ehemaligen Kalkgehalte des gegenwärtigen Schieferthones dadurch entstanden sind, daß die Lösung des aus dem Markasit entstandenen Eisenvitrioles durch alle Eintrocknungsspalten des ehemaligen Mergels durchrieselte und allen Kalk in den von ihr berieselten Spaltenwänden in Gyps umwandelte, so daß aus dem Mergel eisenschüssiger Thon wurde, welcher nun im Verbande mit dem Gyps den sogenannten Gypsmergel darstellt.

Zwischen den braunrothen und bunten Thonen (oder Thonmergeln) kommen in manchen Keupergebieten, z. B. in Oberschlesien und dem angrenzenden Polen, 12 bis 18 Fuß mächtige, Hornstein führende, versteinerungsarme, dichte, gewöhnlich weiße, seltner röthliche oder gelbliche, Kalksteine und graue oder röthliche, 5 Fuß mächtige, Kalksteinbreccien vor.

3) Der Gyps aber bildet außerdem noch im Verbande mit Anhydrit, Salzthon und Steinsalz vorzüglich in der unteren Etage mancher Keupergebiete, z. B. Frankreichs, mehr oder weniger ausgedehnte Stöcke und Lager.

4) Sowohl mit den Gyps-Steinsalzablagerungen der unteren Keuperetage, wie mit den bunten Mergeln der mittleren oder auch der oberen Etage im Verbande steht gewöhnlich **Dolomit**. Derselbe ist theils krystallinisch oder auch sandkörnig und rauchbraun, theils dicht, sehr hart und spröde, theils sandsteinartig und ockergelb (— sogenannte „Ockerdolomite"). Die dichte Abart desselben umschließt häufig Höhlungen mit Rautenspath-Rhomboëdern und oft auch Versteinerungen, so namentlich Myophoria Goldfussi, Gervillia socialis und Posidonomya (oder Estheria nach Rup. Jones) minuta Goldf. — Der sogenannte Ockerdolomit, welcher in der Regel das oberste Glied der unteren Keuperabtheilung bildet und darum auch von Schmid „Grenzdolomit" genannt wird, besteht im ganz frischen Zustande aus einer Verbindung von Eisenoxydulcarbonat und Dolomit und sieht dann hellgrau aus. Erst durch höhere Oxydation des Eisenoxydules wird er ockergelb. Da nun diese Oxydation von der Oberfläche des Dolomites ausgeht, so erscheint der letztere oft äußerlich ockergelb und innerlich grau.

5) Außer den bis jetzt betrachteten bunten Mergeln und Schieferthonen treten nun auch noch theils in der unteren, theils in der oberen Abtheilung der oberen Etage des Keupers in manchen Gebieten noch

§. 356. ſchwarzgraue Schieferthone und Lettenſchiefer, ſowie weißliche oder graue, häufig ſandige, Mergel auf, welche eine große Menge theils von Land- und Sumpfpflanzen-, theils auch von Thierreſten umſchließen und in ihrem Weſen ganz das Gepräge von erhärtetem Sumpfſchlamm zeigen, ſowie er ſich noch jetzt in Teichen, Sümpfen und ſolchen Binnenſeebuchten abſetzt, in denen trägfließende Landgewäſſer all ihren Sand- und Erdſchutt niederſinken laſſen.

a. Ganz beſonders zeigt dieſes der eigentliche Lettenſchiefer, welcher in der unterſten Etage der Keuperformation in Begleitung von grauen Sandſtein- und erdig-ſandigen Kohlenlagen (— ſogenannten Moor- oder Lettenkohlen —) vorzüglich die engen, tief ins Land einſchneidenden Buſen des ehemaligen Keupermeeres ausfüllt. Derſelbe iſt in der That weiter nichts als ein ſchwarzgrauer, von feinem ſandigen Thon und oft auch von Kalktheilen durchzogener und ſehr häufig auch von Schwefelkiesknöllchen, kohligen Pflanzenreſten (— ſo namentlich von Equisetes arenaceus und columnaris, Taeniopteris vittata, Voltzia heterophylla und Cycadeen —) und von Fiſchzähnen erfüllter Lettenthon, welcher an der Luft liegend erhärtet und eine meiſt dünnſchiefrige bis blättrige Maſſe (— den eigentlichen Schieferletten —) bildet, welche bei reichlichem Gehalte von Eiſenkies ſich bald mit einem ſchimmelähnlichen Ueberzuge von Eiſenvitriol und auch von Alaun bedeckt. In manchen ihrer Lagen iſt dieſe Schieferlettenmaſſe ſo ſtark von Kohlentheilen durchzogen, daß ſie unter Abſcheidung von viel ſandiger, braungefärbter Erdaſche ſogar mit Flamme verbrennt. Dieſe Lagen bilden die, höchſtens 8 Zoll mächtigen, Moor- oder Lettenkohlenflötze, wie ſie z. B. bei Mattſtädt unweit Apolda und im ſüdweſtlichen Polen (— daſelbſt aber zwiſchen grauem und rothem Thon —) in ſich wiederholenden, gewöhnlich nur 6 bis 12 Zoll mächtigen Zwiſchenlagen vorkommen.

b. Merkwürdig iſt es, daß auch in der oberſten Etage der Keuperformation über dem ſogenannten Schilfſandſteine in manchen Gebieten (z. B. im Rhät von Theta bei Bayreuth und auch bei Eiſenach am Schlierberge) nochmals ein grauer, gewöhnlich mergeliger, unzählige Pflanzenreſte (z. B. von Equisetes Lehmannianus und Münsteri, ſowie von Pterophyllum Braunianum und Münsteri) enthaltender Sandſtein auftritt, über welchem dann dünnblättrige, ſchwefelkieshaltige, bisweilen mergelige, grauſchwarze Lettenſchiefer auftreten, zwiſchen denen dünne, gelbgraue oder auch weißliche, Sandmergelſchichten lagern, welche an ihren Schichtflächen oft wahrhaft überſät erſcheinen von kleinen Muſcheln, ſo namentlich von Taeniodon Ewaldi (Born.), Avicula contorta (Port.) und Posidonomya minuta (Alb.).

6) Nächſt den bunten Mergeln ſpielen in der Keuperformation die Sandſteine eine Hauptrolle. — Wenn auch z. B. in der oberſten Keuperetage Schwabens und Frankens grob- und ſcharfkörnige Sandſteine eine Hauptrolle ſpielen, ſo ſind doch in den übrigen deutſchen Keuper-

gebieten feinkörnige Sandsteine mit thonigem, bisweilen auch mergeligem, seltener aber kieseligem, Bindemittel am gewöhnlichsten. Unter ihnen machen sich in der Lettenkohlengruppe vorzüglich graue, sehr feinkörnige, oft Pflanzenreste führende, Sandsteine bemerklich; sie treten in derselben nicht selten mit einer Mächtigkeit von 40 bis 60 Fuß auf. In der bunten Mergelgruppe aber kommen vorherrschend grünliche, oft aber auch gelbe und roth- oder gelbbraun gefleckte, Sandsteine mit Pflanzenresten, namentlich von Equiseten und Calamiten (— die sogenannten Schilfsandsteine —) bald in mächtigen Bänken, bald in dünnen Platten vor. Und über der bunten Mergelgruppe bildet ein bald gelber und gefleckter, bald rother, bald auch grauer, thoniger oder mergeliger Sandstein, welcher auch oft Pflanzenreste einschließt und sehr häufig an seinen Schichtflächen wellig gerunzelt oder mit netzförmig verzweigten Leisten bedeckt ist, eine 60 bis 80 Fuß mächtige Ablagerung. Die plattenförmigen Lagen dieses Sandsteines sind häufig mit den oben schon erwähnten, concentrisch-schaligen, Braun- und Rotheisensteinknollen erfüllt.

Organismenreste der Keuperformation. — Man muß bei der §. 357.
Keuperformation die unter Hülfe von Landgewässern gebildeten Busen- und Strandablagerungen, zu denen die grauschwarzen Lettenschiefer, Lettenmergel und Sandsteine gehören, von den vorherrschend durch die Meeresfluth erzeugten Mergel-, Dolomit-, Gyps- und Steinsalzgebilden unterscheiden. Jene sind reich an (angeflutheten?) Land- und Strandpflanzenarten, so namentlich

1) an **Equiseten**, unter denen in den Lettenkohlenablagerungen Equisetes arenaceus Brong. und Equisetes columnaris Brong. (s. Fig. 249 S. 948), in den Rhätablagerungen aber Equisetes Lehmannians Göpp. und Equisetes Münsteri vorkommen;

2) an **Farnen**: Taeniopteris vittata (Bronn), Anomopteris Mougeotii Brong., Pecopteris Stuttgartensis Brong., Clathropteris Münsteriana Schenk, Asplenites Ottonis;

3) an **Cycadeen**: Pterophyllum Jaegeri Brong. (Fig. 271), Pterophyllum Braunianum Göpp., Pteroph. Münsteri, Zamites distans (letztere drei im Rhät);

4) an **Coniferen**: Voltzia heterophylla Brong. (Fig. 250 S. 948) und auch Thuites.

Fig. 271. Pterophyllum Jaegeri.

Die Mergel und Dolomite, sowie die oberen Sandsteine im Rhät dagegen sind pflanzenarm,

aber ſie enthalten mancherlei Thierreſte, welche für die Entwickelung des Thierlebens in der Keuperzeit von Intereſſe ſind. So ſind oft die Dolomite ganz erfüllt von Posidonomya Goldfussi u. Posidonomya minuta, welche indeſſen Rup. Jones als eine, mit 2 Klappen verſehene, Muſchelcruſtacee betrachtet und Estheria minuta (Fig. 272) nennt, von Terebratula vulgaris und Lingula tenuissima Bronn; die Schiefermergel über den rhätiſchen Sandſteinen ſind an ihren Schichtflächen oft ganz bedeckt von Taeniodon Ewaldi Bronn, Avicula contorta Port. (Fig. 273), Protocardium Rhäticum Mer. Einzelne Lagen des Sandſteins im Rhät ſind oft erfüllt mit Fiſch- und Saurierreſten, z. B. von Hybodus, Acrodus, Saurichthys. Ganz beſondere Erwähnung verdienen die wohlerhaltenen Fiſchabdrücke (Semionotus Bergeri Ag.) im Keuperſandſteine von Coburg. Auch die Schädel und Zähne vom Mastodonsaurus Jaegeri Holl. ſind beachtenswerth. Außerdem hat Ferd. Römer im Rhät von Hildesheim die Flügeldecken von Käfern (von Elateropsis infraliassica und Helopides Hildesiensis) — alſo überhaupt die erſten Käfer — beobachtet. Endlich muß auch noch erwähnt werden, daß in dem oberſten Rhät Würtembergs eine etwa zollmächtige Ablagerung vorkommt, welche ſtellenweiſe ein wahres Conglomerat von Fiſch- und Saurierzähnen iſt, Bonebed genannt wird und auch die erſten Spuren von Säugethieren, nemlich Zähne eines Beutelthieres (Microlestes antiquus Plien.) enthält.

Fig. 272.
Posidonomya oder Estheria minuta.

Fig. 273.
Avicula contorta.

§. 358. **Gliederung und Lagerungsfolge der einzelnen Keuperglieder.** — Die im Vorſtehenden betrachteten Hauptglieder der Keuperformation laſſen ſich je nach den unter ihnen vorherrſchenden Geſteinsmaſſen in drei Gruppen oder Etagen theilen, welche ihrem Gliederungscharakter nach in den verſchiedenen Gebieten Deutſchlands viel Uebereinſtimmendes zeigen. Dieſe drei Gruppen ſind von unten nach oben:

1) die untere oder Lettenkohlengruppe, welche unmittelbar über der Muſchelkalkformation lagert, von manchen Geognoſten auch noch zu dieſer Formation gerechnet, von Anderen aber als eine ſelbſtſtändige Zwiſchenformation zwiſchen Muſchelkalk und Keuper betrachtet wird, 10 bis 60 Meter mächtig iſt und vorherrſchend aus einer Reihe von ſchwarzen und rauchgrauen Lettenſchiefern und Mergelſchiefern mit Zwiſchenlagen von feinkörnigem, grauem, pflanzenreichem (— namentlich Equisetes arenaceus und columnaris, Taeniopteris vittata und Voltzia heterophylla führendem —) Sandſtein und ſchmalen Lettenkohlenflötzen beſteht;
2) die mittlere oder bunte Mergelgruppe, welche 80—200 Meter mächtig iſt, vorherrſchend aus bunten Mergeln beſteht, nach unten

zu aber in Gypsmergel übergeht und in ihren oberen Lagen mit grünlichen und gelben, Landpflanzen führenden, Sandsteinen wechsellagert; §. 358.

3) die obere oder Rhätgruppe, — auch Zone der Avicula contorta genannt, — welche aus gelben und grauen Sandsteinen besteht, welche nach oben von grauschwarzen, meist dünnblättrigen Schieferthonen mit mergeligen — Taeniodon Ewaldi, Avicula contorta u. Posidonomya (od. Estheria) minuta führenden — Zwischenschichten bedeckt werden. (Diese Rhätgruppe wird von manchen Geognosten als eine Zwischenformation zwischen Keuper und Lias betrachtet).

Die speciellere Gliederung dieser einzelnen Gruppen zeigt folgende Uebersicht:

§. 358. **Die Keupergliedер in ve**

	In Südweſtdeutſchland.	In Thüringen bei Eiſe
1. **Untere Gruppe.** (Lettenkohlengruppe).	a. Hellfarbiger, poröſer, deutlich geſchichteter Dolomit (50 bis 100 Fuß m. in Schwaben). b. Schieferthon mit Mergelſchiefern, nach unten mit nur regelmäßigen Gypslagern und Steinſalz. (?) c. Lettenkohlenſchichten. d. Graue Sandſteine mit Landpflanzen und Sphärosiderit. e. Dünne Kalkſteinſchichte.	a. Gelbgrauer, ſchiefriger Thon b. Schwärzlicher Lettenſchi Equiſeten. c. Dünne, gelbgraue Sa ſchichten mit Sphärosider d. Schmutziggelber Dolomit mit Myophoria Goldfussi.
2. **Mittlere Gruppe.** (Keupermergelgruppe).	a. Dolomit (Grenzdolomit) mit Hornſtein und Eiſenkies und vielen Petrefacten; die oberſte Schichte eine Knochenbreccie. b. Gyps mit Verſteinerungen. c. Wechſellagerung von Gyps, Anhydrit, Salzthon, Steinſalz und Dolomitmergeln. d. Grüner, rothgeflecter oder gelblichgrauer Schilfſandſtein. e. Bunte Mergel und Thone, nach oben mit ſogenanntem kryſtalliſirtem Sandſtein.	a. Ockergelbe, graugrüne und rothe, von Faſergyps du Schieferthone (Gypsmerge b. Ockergelber oder rauchgrau mit mit Trigonia Goldfu vulgaris. c. Graugrüne und braunrothe mergel mit Zwiſchenſchi dolomitiſchen Kalkmergeln.
3. **Obere Gruppe.** (Rhätgruppe).	a. Grobkörniger, weißer Sandſtein, welcher Neſter von Kohlen enthält. b. Sandſtein von Tübingen in Wechſellagerung mit rothem Thon. c. Knochenbreccie (Bonebed).	a. Bunte Kalk- und Do mergel. b. Gelber Sandſtein mit [illegible] c. Grauer Sandſtein [illegible]

ı Gegenden Deutschlands. §. 358.

Im stlichen üringen.	Bei **Meiningen.**	Bei **Würzburg.**	In **Oberschlesien.**
ız- od. Ocker- it. Kohlenlet- efer mit Equi- d Farnen, auch Lettenkohlen- olomit. eSandsteine M.) mit bunten voll Resten von und Labyrintho- u. gelbe Mer- ite Mergel). nzdolomit ophoria Gold- nd Wechsellage- von Mergel und	Feinkörniger Sandstein in dünnen Lagern. — Letten mit Anodonta lettica und Estheria. Ockerdolomit mit Myophoria Goldfussi. Hauptsandstein. — Estherienschieferthone. — Grenzdolomit mit Myophoria Goldfussi — und Lettenschiefer.	Graugrüner Schieferletten (27—28 Fuß). Weißgrauer Schiefer mit Cardinia brevis (6—7 Fuß). Cardinienfandstein (12—14 Fuß). Drusendolomit. Sandstein mit Equisetes arenaceus, Calamites, Voltzia (48 F.). Schieferthon mit Cardin. brevis. Grenzdolomit (3 bis 5 Fuß).	Graue und rothe Thone mit braunem Dolomit und grünlichem Sandstein (bei Groß-Strehlitz, Tarnowitz u. s. w.).
Dolomitmergel Beinlagerungen.	Gypsmergel.	Bunte Gypsmergel (550 Fuß). Dolomit mit Bleiglanzputzen. Mergel mit Myophoria Raibl. Dolomitbank u. Estherienmergel. Schilfsandstein. Gypslose bunte Mergel. Steinmergel mit Turb. Theodori und Anophophora Münsteri. Bunte Mergel mit einzelnen Sandsteinbänken. Semionotus-Sandstein.	Eigentlicher Keuper: Bunte Thone, welchen die Kalksteine von Woischnik, die Kalkbreccien von Lissa, die Moorkohlen von Blanovice und die Eisensteine von Poremba eingelagert sind; außerdem mürbe, grünlichgraue Sandsteine.
			Weiße Sandsteine mit Posidonomya minuta, Avicula contorta; Bonebed mit Acrodus, Hybodus, Saurichthys und Gyrolepis; außerdem weiße Thone und Thoneisensteinlagen.

§. 359. **Die Oberflächenform der Keupergebilde** hat zwar da, wo nicht ſtarke Störungen dieſe letzteren aus ihrer natürlichen Lage geriſſen, keine grotesken Thal- und Felsbildungen, trotzdem aber beſitzt ſie eine Eigenthümlichkeit, welche überall da, wo namentlich ihre Lettenſchiefer und bunten Mergel ſtark entwickelt ſind, hervortritt und bewirkt, daß man die Keuperformation in ihren Ablagerungsgebieten im Allgemeinen leicht wiedererkennt.

In der Regel nemlich bilden die Lettenkohlengebilde einen Strandwall um die Keuperbecken. Vor dieſem Walle treten mehr nach dem Innern dieſer Becken zu die bunten Keupermergel als eine mehr oder weniger breite Hügelzone hervor, während die mächtigen Sandſteingebilde der oberen Keuperetage mehr das Innere des Ablagerungsgebietes beherrſchen. Indem nun aber Regenwaſſer unaufhörlich die Oberfläche aller Keupergebilde angriff und Regenſchluchten in dieſelben einriß, welche ſich immer mehr vergrößerten, wurden die Randzonen der Lettenkohlen- und bunten Mergelablagerungen in lauter einzelne, abgerundete, einfache oder verzweigte, Hügel und Rücken abgetheilt, welche alle nach der Mitte des Keuperbeckens hin abfallen und ſchon aus der Ferne theils durch die dunkelgraue und ſchwarze, theils durch ihre grünliche, weiße, ockergelbe und braunrothe Querbänderung ins Auge fallen, während mehr nach der Mitte der Becken zu über den buntgebänderten Mergelablagerungen die compacten, abgerundeten Hügel des oberen gelben Sandſteines hervortreten.

Durch dieſes Alles erhält demnach ein ſolches Keupergebiet die Form eines anmuthigen Hügellandes, in deſſen Mitte ſich ſanft gewölbte Bergkuppen oder Hügel erheben, während ſeine Ränder von ſanft abgerundeten, buntgefärbten, wellenförmigen Hügelreihen beſetzt ſind.

So ſind namentlich die Keuperbecken in der Umgebung Eiſenachs, und namentlich das nordwärts von der Stadt ſich in das Werrathal bis über Kreuzburg hinaus erſtreckende, beſchaffen. Fig. 20 auf S. 96 giebt von einem kleinen Theile deſſelben ein annäherndes Bild.

§. 360. **Störungen in den Lagerungsverhältniſſen der Triasformationen.** — Buntſandſtein-, Muſchelkalk- und Keuperformation haben ſich ſo ruhig über einander abgelagert, daß nicht nur ihre Schichtmaſſen da, wo keine äußeren Störungen auf ſie eingewirkt haben, ſich ganz conform über einander befinden, ſondern auch Uebergangsſedimente zwiſchen je zwei von ihnen entſtehen konnten, ſo zwiſchen dem Buntſandſteine und dem Muſchelkalke die Wellendolomite und zwiſchen dem Muſchelkalk und dem Keuper die Lettenkohlengebilde. In Folge dieſer ruhigen Ablagerung bilden nun auch die von dieſen Formationen gebildeten Landesgebiete vorherrſchend einförmige, weit ausgedehnte, mit wagerecht oder ſanftbeckenförmig liegenden Schichtmaſſen verſehene, Plateaus, deren weitere Geſtaltung nur durch den Austrocknungsproceß ihrer Ablagerungsmaſſen, ſowie dann auch noch durch das Benagen dieſer letzteren durch die Meteorwaſſer herbeigeführt wurde. Wenn man nun aber außerdem noch in vielen Ablagerungsgebieten der Trias die Schichten derſelben mannichfach gebogen, zerriſſen, über einander geſchoben und verworfen findet, ſo hat das Alles ſeinen Grund in den Erderſchütterungen, welche gegen das Ende der Triaszeit

eintraten und vorherrschend von dem Rande der, die Trias begrenzenden, §. 360.
Gebirgsinseln ausgingen, woher es auch kommt, daß diese Verwerfungen der Triasgebilde einerseits am stärksten in der nächsten Umgebung dieser Gebirge hervortreten und andererseits im Allgemeinen parallel mit der Hebungsaxe der anliegenden Gebirge verlaufen.

1) Recht auffallend tritt dieses an der Trias hervor, welche am Nordgehänge des Thüringer Waldes, namentlich bei Eisenach, lagert. Die Hebungsaxe dieses Gebirges streicht von Südosten nach Nordwesten und ebenso zeigen sich nun alle Hauptspalten, Hebungen und Verwerfungen der Trias vorherrschend in der genannten Richtung, so daß man annehmen muß, daß die vom Gebirge ausgehende Erschütterung wellenförmig nach Nordwesten vorwärts geschritten ist. In der nächsten Umgebung Eisenachs, als dem dem Gebirge am nächsten liegenden Gebiete, zeigen sich die Producte dieser Erschütterungen am stärksten; da erscheinen z. B. am Goldberge zunächst die obersten Schichten des Rothliegenden über den Zechstein, dieser wieder über die untersten Ablagerungen des Buntsandsteines und endlich die obersten Schichten dieses letzten über den Muschelkalk geworfen, wie das Profil in Fig. 274 zeigt. Ebenso zeigen sich an der Michelskuppe bei Eisenach, wie Fig. 275 zeigt, die Schichten des Röthes stark gehoben und die des Muschelkalkes über die bunten Gypsmergel des Keupers geworfen. Und wie am Thüringer Walde, so zeigen sich auch in der näheren Umgebung anderer Gebirge (z. B. der Vogesen) die Triasablagerungen mannichfach verworfen.

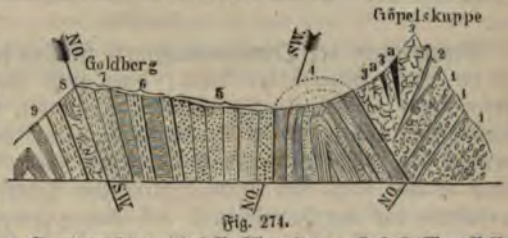


Fig. 274.

1. Granitconglomerat des Rothliegenden. — 2. 3. 3. Mergelkalk und Dolomit des Zechsteins. — a. a. Klüfte im Dolomit. — 4. 5. 6. 7. Glieder der Buntsandsteinformation. — 4. Rother Thonmergel. — 5. Weißer Kaolinsandstein. — 6. Rother Thonsandstein. — 7. Bunte Mergel. — 8. Dolomit. — 9. Muschelkalk. (Am Goldberg bei Eisenach).

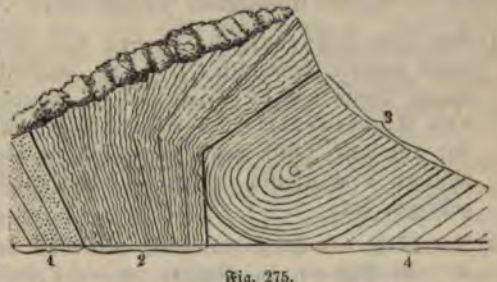


Fig. 275.

1. Oberer Buntsandstein. — 2. Wellenkalk. — 3. Mittlerer Keupermergel. — 4. Unterer Keuper. (An der Michelskuppe bei Eisenach).

2) Welche Verwerfungen in den Ablagerungen der thüringischen Trias durch die Spaltungen hervorgerufen, zeigt auch folgendes, von Dr. Bornemann entworfenes, Profil, welches an einem Höhenzuge nord-

östlich von Berka vor dem Hainich (— $1^1/_2$ Meile nördlich von Eisenach) hervortritt (Fig. 276).

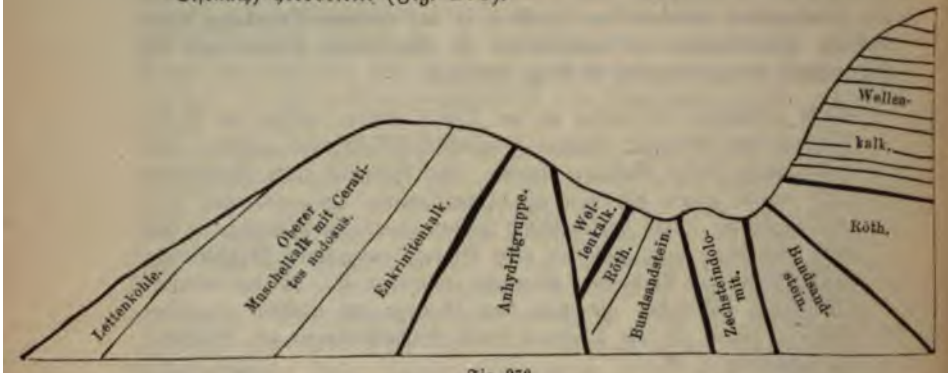


Fig. 276.

§. 361. **Verbreitung der Triasformationen in Deutschland.** — Deutschland ist die wahre Heimath der Trias; denn sieht man von den Alpen ab, deren Trias ein für sich bestehendes Ganze bildet, so nimmt dieselbe einen Raum von nahezu 1200 Quadratmeilen ein, welcher südlich von der rauhen Alp, ostwärts von dem fränkischen Jura, bayerischen und böhmischen Walde, nord- und nordwestwärts vom Diluvium des Tieflandes und westwärts von den Juragebilden der Maasgegenden und den Grauwackegebieten des rheinischen Berglandes begrenzt wird. In diesem Raume bilden Harz, Thüringer- und Frankenwald, Fichtelgebirge, Odenwald, Schwarzwald, Vogesen, Hundsrück, Taunus und Teutoburger Wald die Gebirgsinseln, welche aus dem Triasgebiete hervorragen, und durch welche dasselbe in folgende Einzelgebiete zertheilt wird:

1) Aus dem Diluvialgebiete des norddeutschen Tieflandes ragen mehrere Triasinseln, z. B. die Muschelkalkinsel bei Rüdersdorf unweit Berlin und die Keuperinsel bei Lüneburg hervor; ebenso aus dem Kreidegebiete bei Braunschweig und Hannover. Vielleicht sind alle diese Inseln nichts weiter als die höchsten Punkte eines versunkenen Triasgebietes, welches mit dem folgenden ehedem zusammengehangen hat.

2) Nordwärts vom Harze tritt dann weiter die Trias im Zusammenhange auf und zieht von da ostwärts um dieses Gebirge, immer dem Thale der Saale folgend über Halle, Merseburg, Jena bis zur Pleiße bei Altenburg und füllt nun in concentrirter Masse den ganzen Raum zwischen dem Harze und Thüringer Walde aus. — An der Westseite dieses, unter dem Namen des thüringischen Terrassen- oder Berglandes bekannten Gebietes zieht nun die Trias einerseits nach Nordwest, dem Thale der Werra und Weser folgend, um das Gebiet zwischen Harz, Wesergebirge und Teutoburger Wald oder mit anderen Worten den Sollinger Wald und die Weserterrasse und auch noch einen Grenzwall an der Südseite des Teutoburger Waldes zu bilden.

3) Andererseits wendet sich die Trias an der Westseite des Thüringer Waldes nach Süden, um zunächst zwischen dem rheinischen Bergland, Thüringer Wald und fränkischem Jura das in seinem westlichen Theile (d. i. in Hessen) vorherrschend aus buntem Sandstein, in seinem östlichen Theile aber (d. i. in Franken) vorherrschend aus Muschelkalk und Keuper bestehende Bergland zusammen zu setzen, dann aber auch noch von Coburg aus den Landesraum zwischen Frankenwald, Fichtelgebirge, Böhmerwald und fränkischem Jura zu besetzen. In dem westlichen Theile dieses Gebietes treten zu beiden Seiten des Fuldathales zahlreiche basaltische und zum Theil auch trachytische Berggruppen vorherrschend aus dem Buntsandstein und den ihn überlagernden Braunkohlengebieten hervor, so an dem Vogelsberge, der Rhön, dem Kellerwald, Ahnegraben. §. 361.

4) Südwärts von diesem Gebiete füllt nun die Trias den ganzen Landesraum aus, welcher ostwärts von der rauhen Alp, südwärts vom Schweizer Jura und westwärts von den Juragebilden des Maas- und zum Theil auch des Moselthales begrenzt wird und die Gebirgsinseln des Odenwaldes und Schwarzwaldes umschließt. Nur die Di- und Alluvionen des Rheinthales unterbrechen dies mächtige Gebiet der Trias, welches ostwärts vom Schwarzwalde namentlich den Muschelkalk und Keuper, dagegen nord- und westwärts von den Vogesen vorherrschend den Buntsandstein entwickelt zeigt, indem nicht nur das, zwischen dem Hundsrück und dem eigentlichen Vogesengebirge gelegene und die ganze Hardt umfassende Landesgebiet, sondern auch die ganze Westseite des letztgenannten Gebirges aus Buntsandstein besteht. In dem nördlichen Theile dieses westrheinischen Gebietes drängen sich die drei Formationen der Trias zwischen Hundsrück und Eifel ins Moselthal ein und ziehen aus der Gegend von Luxemburg in einzelnen Inseln über Geroldstein durch die Eifel bis nach Commern. Auf diesem letzterwähnten Zuge wird die Formation des Muschelkalkes immer mehr durch Sandstein- und Schieferthoneinschichtungen verdrängt, so daß ihre ganze Mächtigkeit zuletzt (z. B. an der Attert) kaum noch 1 Fuß beträgt.

Außer diesen Hauptgebieten der deutschen Trias setzen die drei Formationen derselben noch einmal, — wenn auch theilweise lückenhaft entwickelt — ein mächtiges Gebiet in Oberschlesien und dem angrenzenden Polen zwischen Oder und Weichsel zusammen. In diesem, bei Oppeln und Kosel an der Oder und bei Krakau an der Weichsel beginnenden, Triasgebiete spielt der Buntsandstein eine untergeordnete Rolle, indem er nur eine schmale, 30 bis 70 Meter mächtige, Randzone um den Muschelkalk bildet, welcher von Krappitz an der Oder an über Tarnowitz und Beuthen hin einen ostwärts streichenden, über 10 Meilen langen und 1 bis 3 Meilen breiten, Rücken zusammensetzt und eine Mächtigkeit von 180 Metern zeigt. Am weitesten ist der Keuper verbreitet, indem er nördlich von dem eben erwähnten Muschelkalkrücken einen Flächenraum von 100 Quadratmeilen einnimmt und dabei eine Mächtigkeit von 200 Metern erreicht.

§. 361. In Schleſien kommt die Trias mit ihrem Buntſandſtein und Muſchelkalk nur noch als eine ſchmale Randzone des Zechſteines in der Dyasmulde von Löwenberg, Goldberg und Bunzlau vor.

Nach allem, im Vorſtehenden über die Verbreitung der Trias in Deutſchland Mitgetheilten zeigen ſich die einzelnen Formationen dieſer Gruppe hauptſächlich in folgenden Landesgebieten entwickelt:

1) Die **Glieder der Buntſandſteinformation** bilden im ganzen Weſerbergland, im Thüringer Stufenlande und vorherrſchend im Heſſenlande die Grundmauer der Muſchelkalkplateaus und zwiſchen Harz, Frankenwalde, Thüringer Wald, Rheiniſchem Gebirge und Teutoburger Walde eine einzige, — nur durch Muſchelkalkinſeln, Braunkohlenbecken und Baſaltkegel ſtellenweiſe unterbrochene, — zuſammenhängende Landesmaſſe, welche ſüdlich nur durch das Rheinthal und das Schwarzwald-Vogeſengebirge aus einander geriſſen und dadurch in eine öſtliche (Schwäbiſche) und in eine weſtliche Hälfte (Elſaſſiſche und Lothringiſche) getheilt wird.

   In dieſem Gebiete zeichnen ſich die Buntſandſteine von Heßberg unweit Hildburghauſen, von Kahla bei Jena und von Freudenſtadt im Schwarzwalde durch ihre Chirotherium-Spuren; die Sandſteine in der Umgebung von Bernburg durch ihre Reſte von Trematosaurus Brauni und die von Süldorf bei Magdeburg durch ihre ſehr zahlreichen Ganoidſchuppen aus, während die Umgebung der Vogeſen (z. B. bei Waßlenheim, Sulzbad, Bubenhauſen und Bliescaſtel) reich an Pflanzenreſten iſt.

2) Die **Muſchelkalkformation**, welche den Buntſandſtein zur Sohle hat, tritt hauptſächlich in folgenden Landſtrichen ſtark entwickelt auf:

   a. In Oberſchleſien lagert der Muſchelkalk in dem Winkel zwiſchen der Oder und Malapane und zieht von da über die Tarnowitzer Höhe bis in die Gegend von Krakau. Die Umgebung von Bunzlau, Niſchwitz, Wartha, Großhartmannsdorf und Wehrau, vor allen aber von Tarnowitz, wo er reiche Lagerſtätten von Galmei, Bleiglanz und Brauneiſenerz umſchließt, gehört in das Gebiet der Muſchelkalkformation. — Außerdem aber tritt er noch am Weſtrande des Buntſandſteines im Sandomirer Gebirge auf.

   b. Im nordweſtlichen Deutſchland: im Braunſchweigiſchen am Elm, im Thal der Holzemme und der Bode; dann zu beiden Seiten des Leinethals bei Göttingen; ferner in der Gegend von Pyrmont; endlich am Reinhardtswald zwiſchen Diemel und Nethe und von hier aus einerſeits nordöſtlich nach dem Weſerthale und andererſeits nordweſtlich nach dem Teutoburger Walde hin.

   c. In Thüringen: Im Gebiete von Halle über Merſeburg, Jena, Kahla, Rudolſtadt, Blankenhain, Erfurt, Langenſalza, Gotha, Eiſenach, Kreuzburg, dem Werrathal entlang zum Eichsfeld bis Göttingen.

   d. Südlich vom Thüringer Walde: Von Carlſtadt am rothen Main an in einem ſchmalen Zuge zwiſchen Keuper und buntem

Sandstein bis Schweinfurt und Haßfurth und von hier aus nördlich bis zu den Ufern der Werra über Münnerstadt, Mellrichstadt, Meiningen, Themar u. s. w., südlich aber über Würzburg durch das Gebiet der Tauber, Jaxt, Kocher bis Wimpfen. §. 361.

e. Am östlichen Schwarzwalde herunter bis über Lauffenburg, auf diesem Zuge die Quellen der Donau und des Neckars von einander trennend.

f. Am westlichen Vogesengebirge.

3) Die Gebilde des **Keupers** lagern in der Regel in den großen Becken auf den Plateaus der Muschelkalkstufen, so daß sie an ihren Rändern gewöhnlich von Muschelkalkhöhen umwallt erscheinen. In Deutschland treten sie auf diese Weise hauptsächlich an folgenden Orten auf:

a. In Thüringen: von Weimar über Erfurt, Gotha und Eisenach (nördlich davon den Muschelkalk bedeckend) nach Kreuzburg und mit Unterbrechungen nach Göttingen, Einbeck, Paderborn durch das Pyrmontische bis nach Osnabrück und zum Teutoburger Wald ziehend.

b. Am nördlichen Harzrande im Thalgrunde der Aller bis Walbeck.

c. In Oberschlesien beträgt die Verbreitung des Keupers nach F. Römer mindestens 30 Quadratmeilen. „In dem flachen Gebiete, welches gegen Nordosten durch eine, die Orte Woischnik, Lublinitz, Guttentag und Kreuzburg verbindende, Linie, gegen Westen durch die Oder und gegen Süden durch den Nordabfall des großen oberschlesischen Muschelkalk-Plateaus begrenzt wird, treten die Keupergebilde an vielen Punkten unter der Diluvial-Bedeckung hervor" und setzen sich dann weit in das angrenzende Polen fort.

d. In Franken: südlich vom Thüringer Walde im Gebiete von Lichtenfels an den Ufern des rothen Mains über Culmbach, Bayreuth bis Creußen und über Coburg und Bamberg bis über Nürnberg herab. Einzeln bei Würzburg.

e. Von Nürnberg aus dem Gebiet der Rednitz, Altmühl, Wormis, Jaxt, Kocher bis zu den Quellen des Neckar und von hier an quer über die Donau und dann über den Rhein bis über Lauffenburg hinaus.

f. Am östlichen Abhange der Vogesen.

Auf diesem ganzen Zuge erscheint der Keuper entweder ganz vom Muschelkalk umgrenzt oder einerseits (wie bei c., d. und e. der Verbreitung) vom Muschelkalk, andererseits vom Lias und Jura umschlossen.

4) Das **Rhät** oder die **Bonebedgruppe** tritt mehr inselförmig in Braunschweig, Hannover, Thüringen (z. B. bei Eisenach), in Oberfranken (z. B. bei Veitlahm und Theta), in Schwaben u. s. w. auf.

2. Trias in England.

§. 362. **Ablagerungsgebiet und Hauptglieder.** — Es ist schon im §. 361 erwähnt worden, daß in der Trias von Luxemburg der Muschelkalk immer mehr durch Zwischenschichten von rothem Schieferthon und Sandstein verdrängt wird. In ganz ähnlicher Weise erscheinen nach Friedrich Hoffmann bei Ibbenbüren am westlichen Fuße des Wesergebirges in der Muschelkalkformation die einzelnen Kalksteinablagerungen durch Zwischenlagerungen von rothem Mergel und Schieferthon von einander getrennt. Endlich hat auch Volger auf Helgoland eine ähnliche Wechsellagerung zwischen dem Muschelkalke und den bunten Mergeln des Keupers beobachtet. Nach allen diesen Beobachtungen verliert also die Muschelkalkformation in ihren westlichen Ablagerungsgebieten ihre Selbstständigkeit immer mehr, so daß sie zuletzt in England gar nicht mehr vorhanden ist und die Keuperformation unmittelbar auf dem Buntsandsteine abgelagert erscheint.

In diesem letztgenannten Lande nun bildet die Trias zwischen der Perm- und Liasformation eine Zone, welche in Devonshire beginnend nordwärts durch das Thalgebiet des Severn, Trent und Ouse bis Stockton in Durham dringt und außerdem noch westlich von diesem, ganz England durchstreichenden, Hauptzuge in Lancaster bedeutend entwickelt erscheint.

Da in diesem ganzen Triasgebiete der Muschelkalk fehlt, so geht die Buntsandsteinformation durch ihre Röthablagerungen unmittelbar in die über ihr lagernden bunten Mergel des Keupers über, so daß demnach ihren Ablagerungen zufolge beide Formationen zu einer einzigen verschmelzen. Dieses vorausgesetzt, theilt man nun in England die Trias ein

a. in die Buntsandsteinformation, deren Glieder auf den steil aufgerichteten Schichten der Permformation discordant lagern und nach Ramsay auf der Ostseite von Coalbrook-Dale, zwischen Bridgenorth und Pattingham, vier Etagen bilden, nemlich
   1) die Etage des unteren, ziegelrothen oder bunten Sandsteins,
   2) die Etage eines groben, mit abgerundeten Geröllen versehenen, Conglomerates,
   3) die Etage des oberen, rothen und bunten Sandsteines,
   4) die Etage des weißen und braunen Sandsteines nebst Mergels.

   Von diesen vier Etagen sind indessen in Shropshire, Cheshire und Lancashire nur die drei ersten vorhanden. — Die ganze Mächtigkeit des Buntsandsteines beträgt höchstens 250 Meter.

b. in die Keuperformation, welche oft über 500 Meter mächtig wird, vorzüglich in Cheshire, Worcestershire, Shropshire, Warwickshire und Lancashire entwickelt erscheint und namentlich aus Thonmergeln, Schieferletten und Gyps nebst Steinsalzlagern zusammengesetzt ist.

Nach Phillips zeigt die Trias an der Ostseite der Malvernhills folgende Gliederung:

a. Buntsandstein:
   1) Huffield-Conglomerat, meist dunkelroth, bis 200 Fuß mächtig; oft fehlend.

2) Newent-Sandstein, meist roth, z. Th. conglomeratisch durch Quarzgerölle, mit rothem, sandigem Schieferletten wechselnd, nach oben in weißen Sandstein übergehend; 200 bis 400 Fuß mächtig.

b. Keuper:

1) Untere Mergel: 400 bis 500 Fuß mächtig, z. Th. mit Sandsteinlagen.
2) Keupersandstein: selten über 20 Fuß mächtig.
3) Obere Mergel: 200 bis 250 Fuß mächtig, bisweilen mit Gypslagern.

Die englische Trias ist im Allgemeinen arm an Organismenresten. Bei Storton Hill unweit Liverpool hat man häufig Fußstapfen vom Chirotherium und auch Coniferenreste im weißen Sandsteine gefunden; und in den Mergeln von Lancashire kommt auch Posidonomya (Estheria) minuta vor.

Bei Axmouth in Devonshire, bei Westbury und bei Aust-Cliff in Gloucestershire lagert, ähnlich wie in Würtemberg, über den bunten Mergeln des Keupers und unter den tiefsten, Ammonites planorbis haltigen, Schichten des Lias die Bonebedgruppe oder die Zone der Avicula contorta. Diese Gruppe, deren Mächtigkeit im Allgemeinen 20—30 Fuß mächtig ist, besteht von unten nach oben:

1) aus Schieferthon und Sandstein mit Avicula contorta, Pullastra arenicola, Protocardium rhäticum und Posidonomya (Estheria) minuta;
2) aus ähnlichen Schichten, aber mit Pecten valoniensis, Monotis decussata, Cardium rhäticum und Estheria minuta;
3) aus der Knochenbreccie (Bonebed), welche zollstark ist und zahlreiche Knochen, Zähne und Schuppen von Fischen, so namentlich von Hybodus plicatilis, Acrodus minimus, Gyrolepis Alberti und tenuistriatus und Saurichthys apicialis, enthält.

3. Trias in den Alpen.

§. 363. **Allgemeines über das Verbreitungsgebiet, die Ablagerungsmassen und Organismenreste der alpinen Trias.** — Bekanntlich ist der gewaltige Wall der Urschiefer- oder Centralalpen, namentlich Deutschlands, sowohl an seinem Süd-, wie an seinem Nordabhange von einer mächtigen Zone steil ansteigender Gebirgsketten eingefaßt, welche ihrer Hauptmasse nach aus Kalksteinen und Dolomiten bestehen. Viele dieser Kalkalpenmassen umschließen nun Thierreste einerseits der längst verschollenen paläozoischen Zeit, andererseits des jüngeren, jurassischen Zeitalters, enthalten dabei aber zugleich auch so zahlreiche und deutliche Triaspetrefacten, daß man sie trotz ihrer paläozoischen und jurassischen Versteinerungen zu der Trias rechnen muß, zumal da die sorgfältigen Beobachtungen der Geognosten (namentlich Fr. von Hauers, Curionis, Sturs, von Richthofens, Emmrichs u. A.) bewiesen haben, daß trotz vielfacher Abweichungen die alpine Trias sich ebenso wie die deutsche in drei Abtheilungen theilen läßt, welche der deutschen Buntsandstein-,

Muſchelkalk- und Keuperformation entſprechen. Man hielt indeſſen dieſe Alpentrias ſo lange für eine eigenthümliche Localbildung, bis die geognoſtiſchen Forſchungen in Spitzbergen, Sibirien, am Himalaya und in der californiſchen Sierra Nevada nachgewieſen hatten, daß in dieſen, ſo entfernt von einander liegenden, Landesgebieten die Trias in ganz gleicher Weiſe entwickelt war, wie in den Alpen. In Folge davon iſt man nun zu der Anſicht gelangt, daß zwar die alpine und die deutſche Trias einem und demſelben Bildungszeitalter angehören, aber ſich in verſchiedenen Bildungsräumen entwickelt haben, und zwar ſo, daß während die alpine Trias in dem offenen Oceane entſtanden, die deutſche Trias ein Binnenſee-, Meerſtraßen- und Buſengebilde iſt.

§. 364. **Nähere Betrachtung der Gliederung und Beſtandesmaſſen der alpinen Trias.** — Wenngleich ſich die alpine Trias, wie die deutſche, in eine untere, mittlere und obere Abtheilung bringen läßt, ſo halten es doch Fr. v. Hauer und v. Richthofen aus paläontologiſchen Gründen für geeigneter, dieſelbe in eine untere und eine obere Trias abzutheilen. In dieſe beiden Abtheilungen laſſen ſich nun ſämmtliche Glieder der alpinen Trias in folgender Weiſe einreihen:

Abtheilung von oben nach unten:	Mitteldeutsche Gliederung.	Charakterzone.	Aequivalente jeder Charakterzone in den		
			nördlichen Kalkalpen.	südlichen Kalkalpen.	östlichen Kalkalpen (bei Idria).
Obere Trias.	**D. Rhät.**	**Gervillia-Schichten.**	Köſſener Schichten, oberer Dachſteinkalk; (Greſtener Schichten mit Keuperpflanzen u. Liasmuſcheln?)	Dachſteindolomit in Kärnthen, Steyermark und Südtyrol.	[Südlich von Idria lagern bei Merzlannpa geſchichtete Dolomite von 400 Metern Mächtigkeit über den Tuffen]. Tuffe und Tuffmergel. Sandige Kalkſchiefer. Graue Kalkſteine mit Trigonia Keferſteini u. Megalodus-Reſten.
	C. Eigentlicher Keuper.	1) Unterer Dachſteinkalk.	Von Vorarlberg an durch das ganze nördliche und ſüdliche Kalkalpengebiet. (Starhemberger Schichten.)		
	b. Bunte Mergelgruppe.	2) Cardita-Schichten und Schichten mit Myophoria Keferſteini.	Lunzerſchichten; — Haller Steinſalzſchichten; — Lunzer Schichten.	Raibler Schichten. Idriaſchiefer. Schlernplateau.	
	a. Lettenkohlengruppe.	3) Ammoniten-Schichten.	Arlberger Kalke; — Wetterſteinkalk; Hallſtädter und Reichenhaller Kalk mit Salzgebirge; Göſslinger Schichten zum Theil.	Schlerndolomit. — Raibler Tuffe von Kaltwaſſer mit Caſſianer Verſteinerungen. St. Caſſianſchichten. Buchenſteiner Kalke. Wengener Halobienſchichten.	Weiße, zuckerkörnige Dolomite. Dunkle, mächtige Bänke von Kalkſteinen. Dunkle, dünngeſchichtete Kalkſteine mit Posidonia Idriana, Lepidotusſchuppen und Voltziareſten. Skoncaſchichten mit Queckſilberlagern u. aus doleritiſchen Tuffen, Sandſchiefern, Mergelſchiefern u. Kalkconglomeraten beſtehend.
	B. Muſchelkalk. b. Kalkſtein von Friedrichshall.	4) Halobia-Schichten.	Partnachſchichten; Ausſeeſchichten; Pötſchenkalk; Göſslinger Schichten zum Theil.		
	a. Wellenkalk.	5) Trigonellenſchichten.	Virgloriakalk mit Encrinites, Terebratula vulgaris u. ſ. w.	Daterinus, Retzia trigonella. Mendoladolomit.	Knollenkalke mit Hornſteinausſcheidungen. Graue Dolomite.
Untere Trias.	**A. Buntſandſtein.** b. Röth.	6) Naticella-ſchichten mit Ceratites Cassianus.	Zuoberſt: Guttenſteinkalk; darunter Werfener Schichten.	Zuoberſt: Campiler Schichten, darunter: Seißer Schichten mit Myacites Fassaensis, Posidonia Clarae, Naticella.	Kalkſchiefer und ſchwarzgraue Kalkſteine. Kalkige u. dolomitiſche Schiefer mit Monotis Clarae, Myacites Fassaensis.
	a. Buntſandſtein.		Werfener Sandſtein.	Grödner Sandſtein. Servius-Schiefer und Sandſteine mit Voltzia heterophylla.	Sandſteinähnliche, kalkloſe Schiefer. Quarzſandſteine bis 50 Meter.

§. 364. Ueber die einzelnen dieſer triaſiniſchen und vorherrſchend nach ihren Hauptablagerungsorten benannten Glieder iſt nun noch das Folgende zu bemerken.

A. Zu der **unteren alpinen Trias** ſind nach der vorſtehenden Gliederung folgende Ablagerungsmaſſen zu rechnen:

1) Die Werfener Schichten, welche nach ihrem Hauptlagerorte, der Stadt Werfen im Salzburgſchen, benannt ſind und von der Umgebung dieſes Ortes aus einen nur wenig unterbrochenen Zug bis nach Hall in Tyrol bilden, ſind in dem nördlichen Kalkalpenzuge als das unterſte Glied und als der Repräſentant des eigentlichen Buntſandſteins und zum Theil auch des Röth zu betrachten; in Südtyrol aber erſcheinen ſie zunächſt von Verſteinerungen (Posidonia Clarae und Myacites Fassaensis) führenden, grauen, ſandigen Mergeln und dünnſchichtigen Kalkſteinen (— den ſogenannten Seißer Schichten —) und dann von dem rothen, verſteinerungsleeren, feldſpathreichen, Sandſteine von Gröden unterlagert.

   Die Werfener Sandſteine ſehen dem dünnſchichtigen Buntſandſteine ſehr ähnlich, ſind etwas ſchiefrig, meiſt blaugrün und roth gefärbt, enthalten außer der Posidonia Clarae Steinkerne von Myacites Fassaensis Wissm., Naticella costata Münst., Ceratites Cassianus Quenst. und Turbo rectecostatus Hau. und umſchließen Stöcke und Lager von Gyps, Salzthon und Steinſalz, welche oft bunt durch einander gemengt das ſogenannte Haſelgebirge bilden. —

2) Ueber den Werfener Schichten folgen in Nordtyrol die bis zu 1000 Fuß mächtigen, bei Guttenberg nördlich vom Schneeberg beginnenden, Ablagerungen des Guttenberger Kalkes, einer aus ſchwarzen oder dunkelgrauen, von weißen Kalkſpathadern durchzogenen, dünnſchichtigen, Kalkſteinen und theilweiſe auch aus gelblicher Rauchwacke beſtehenden Zone, welche von Guttenberg aus bis nach Nordtyrol reicht, auch in den bayeriſchen Alpen auftritt und namentlich in den öſtlichen Alpen nach unten hin mit den Werfener Schichten wechſellagert. — In Südtyrol wird dieſe Kalkſteinzone durch die Campiler Schichten (— vom Orte Campil im ſüdtyroliſchen Gaderthale benannt —), welche aus einer Wechſellagerung von mergeligen rothen Sandſteinen und dünnſchichtigen Kalkſteinen mit Ceratites Cassianus, Naticella costata, Myacites Fassaensis, Pecten discites, Lima striata u. ſ. w. beſtehen, vertreten. Alle dieſe Ablagerungen gelten als Vertreter des Röth.

B. Als eine **Uebergangszone von der unteren zur oberen Trias** ſind zu betrachten:

3) die Virgloriakalke, welche nach einem ihrer Hauptlagerorte, dem Virgloriapaſſe im Rhätikon benannt worden ſind und durch den ganzen nördlichen Kalkalpenzug von Wien bis zum Rheinthale ſtreichen, auch in Südtyrol weit verbreitet ſind und theils auf dem Guttenſteiner Kalke, theils unmittelbar auf den Werfener Schichten lagern. Sie erſcheinen theils dick-, theils dünnſchichtig, ſchwarz, hart, oft kieſelig

und sind an ihren Schichtflächen mit Schlangenwulsten und anderen Erhöhungen oft ganz bedeckt. Seinen Leitfossilien nach, unter denen namentlich Encrinus liliiformis, Datocrinus gracilis Mey, Retzia trigonella Schloth., Terebratula vulgaris und angusta Schloth., Rhynchonella decurtata Gir., Spirifer Mentzeli Dunk., Gervillia socialis Schloth., Lima striata Schloth. und Ceratites dux Gieb. hervortreten, gehört er der Muschelkalkformation, und zwar wahrscheinlich der Etage des Wellenkalkes an. In Südtyrol lagert über ihm, — z. B. am Mendolaberge bei Kaltern, — der weiße, krystallinische Mendoladolomit. §. 364.

C. Ueber den Virgloria-Ablagerungen folgen nun die Etagen der **oberen alpinen Trias**, welche dem deutschen Kalkstein von Friedrichshall und dem Keuper mit dem Rhät entsprechen. —

4) Zunächst über dem Virgloriakalk folgen Gesteinsablagerungen, welche vorzüglich durch ihren Reichthum an Halobia Lommelii Wissm. (Fig. 277) charakterisirt werden, weshalb man sie auch kurzweg Halobiaschichten genannt hat. Diese Schichtencomplexe erscheinen vorzüglich in Südtyrol östlich und westlich von der Etsch im Gebiete von St. Cassian, Buchenstein und der Seißer Alp entwickelt und bestehen theils aus grauen bis schwarzen, mergeligen, zum Theil auch oolithischen Kalksteinen und dunkelbraunen bis schwarzen, bituminösen Mergelschiefern, theils aus einer bis 2000 Fuß mächtigen Ablagerung von Augitporphyr-Tuffen, in welcher die 50—100 Fuß mächtigen, braunen Kalksteinschichten von Cipit an der Seißer Alp und die eben genannten mergeligen und durch zahlreiche Petrefacten ausgezeichneten, Kalksteine von St. Cassian (— daher St. Cassianer Schichten genannt —) vorkommen. Unter den sehr zahlreichen sowohl in den Kalken und Mergeln, wie auch in den sie umschließenden Tuffen auftretenden Leitfossilien sind hauptsächlich folgende bemerkenswerth: Halobia Lommelii Wissm. u. Halobia rugosa Gümb., Am. Aon Münst. (Fig. 278), Am. floridus Wulf. (Fig. 279),

Fig. 277. Halobia Lommelii.

Fig. 278. Ammonites Aon.

Fig. 279. Ammonites floridus.

§. 364. Encrinus liliiformis und varians, Pentacrinus laevigatus Münst., Ostrea Montis Caprilis Klipst., Cardita crenata (Fig. 280), Terebratula sufflata Goldf. — In der Umgebung von Idria entsprechen den St. Cassian-schichten, Buchensteiner Kalken und den Wengener Schichten die Skonca-Schichten, welche die Lagerstätten der idrianer Quecksilbererze bilden und aus sehr dünngeschichteten, bituminösen Sandsteinen, thonschieferähnlichen Schiefern, bituminösen Mergelschiefern und mergeligen oder kieseligen Kalken bestehen und in ihren Schiefern, namentlich in dem sogenannten „Lagerschiefer", welcher die idrianer Erze umschließt, viel Pflanzenreste (Equisetes arenaceus, Pterophyllum Jaegeri, Voltzien) und von Thierresten zahlreiche Anthracosia oder Myoconcha und außerdem Myacites Fassaensis, Trigonia costata und vulgaris, Pecten discites u. s. w. enthält. — In Nordtyrol schließen sich an diese tiefsten Ablagerungen die über ihnen lagernden Cephalopoden-Schichten, welche unter dem Namen der Partnachschichten (vom Partnach-Passe bei Partenkirchen, wo sie von Escher zuerst entdeckt wurden) mit einer Mächtigkeit bis zu 400 Fuß die tyroler, bayerischen und salzburger Alpen durchstreichen.

Fig. 280.
Cárdita crenata.

Diese Partnachschichten bestehen vorherrschend aus dunkelgrauen Mergeln oder dünnschichtigen, oft Hornstein führenden, Halobia Lommelii und Baetryllium Schmidii Heer führenden Kalksteinen, welche nach unten mit schwarzen Thonen und Schieferthonen wechseln, während weiter oben graulichgrüne Sandsteine mit Lettenkohlenpflanzen (Equisetes arenaceus und Pterophyllum Gümbeli [Stur.]) herrschend werden.

5) Ueber den Partnachschichten folgen nun Ablagerungszonen, welche dem deutschen Keuper, und zwar zunächst der Lettenkohlengruppe, entsprechen. — In den nördlichen Kalkalpen breiten sich dem zufolge in Vorarlberg die Arlberger Kalke, schwarze, poröse Kalksteine mit Retzia trigonella aus, welche, von gelblichgrauen oder weißen, mächtig entwickelten, Dolomiten begleitet, mit einer Mächtigkeit von 500 bis 1000 Fuß auftreten. Oestlich von ihnen lagern dann in Tyrol und in den bayerischen Alpen von Hohenschwangau an über die Zugspitze bis Berchtesgaden weißliche, krystallinisch-körnige bis dichte, bisweilen aber auch oolithische, Kalksteine und Dolomite (— die sogenannten Wettersteinkalke —). Noch weiter östlich reihen sich nun an die Hallstädter Kalke und das Salzgebirge des Salzkammergutes.

Diese Hallstädter Kalke sind dicht, lichtroth bis braunroth, aber auch weiß und häufig buntfarbig marmorirt, vollkommen muschelig im Bruche, häufig dolomitisch und in mächtige, meist undeutliche Schichten abgetheilt. Ihre Mächtigkeit steigt bis 3000 Fuß. Wahrhaft berühmt sind sie durch ihren Reichthum an Cephalopoden, unter denen sich namentlich globose Ammo-

niten und Orthoceratiten, (welche jedoch nach Mojsisovics dünnschalige Scheiden eines Belemnitiden sein sollen), bemerklich machen. Als ganz vorzüglich bezeichnend gelten unter diesen Cephalopoden: Orthoceras dubium Hau. (Fig. 281), Ceratites modestus Buch, Ammonites Metternichii Hau., Ammonites Johannis Austriae Klipst., Ammonites floridus Wulfen, Ammonites tornatus Bronn und Ammonites respondens Quenst. An Häufigkeit werden indessen alle diese Leitfossilien noch übertroffen von der, ganze Schichten erfüllenden, Monotis salinaria (Fig. 282). § 364.

Fig. 281.
Orthoceras dubium.

Fig. 282.
Avicula (Monotis) salinaria v. Schl.

Mit dem Hallstädter Kalke im Verbande steht das mächtige Salzgebirge von Reichenhall, Berchtesgaden, Hallein, Ischl und Aussee, dessen Decke von rothen (Keuper-?) Mergeln und schwarzen, weißgeaderten Kalksteinen (Reichenhaller Kalksteinen) gebildet wird, während seine Hauptmasse theils aus Stöcken reinen Steinsalzes, theils aus Haselgebirge (d. i. einem eigenthümlichen Gemenge von braungrauem Thon mit Steinsalz-, Gyps- und Anhydritkörnern) besteht.

In den östlichen und südlichen Kalkalpen mögen zu der Lettenkohlengruppe noch gehören der Dolomit von Idria, der Schlerndolomit und auch zum großen Theile die St. Cassianer Schichten.

6) Dagegen sind als Repräsentanten des eigentlichen Keupers oder der bunten Keupermergel zu betrachten vor allen die Raibler Schichten, welche namentlich bei Raibl in Kärnthen charakteristisch auftreten und von unten nach oben aus dunkelbraunen, bituminösen, dünnblättrigen Schiefern und bräunlich gefärbten Mergelkalken und Mergelschiefern voll Versteinerungen (vorherrschend Muscheln aus der Ordnung der Conchiferen, aber nur sehr wenig Brachiopoden, Gasteropoden und Cephalopoden) bestehen. Zu der Zone dieser Raibler Schichten gehören nun in den nördlichen Kalkalpen und zwar in Vorarlberg die, vorherrschend aus Rauchwacke und Gyps bestehenden, Lünerschichten; in den nordtyroler, bayerischen und Berchtesgadner Alpen die aus großkörnigen oolithischen Mergelkalken und groben dunkelbraunen Sandsteinen bestehenden Ablagerungen, namentlich die Carbitaschichten und der Steinsalzstock von Hall, auch der obere Hallstädter Kalk mit Ammonites (Trachyceras) Aonoides und die bei Lunz in Oberösterreich auftretenden Lunzer Schichten mit Kohlen und Keuperpflanzen. In den südlichen Kalkalpen aber gehören hierher bei Idria der Kalkstein mit Myophoria Kefersteini

§. 364. und am Schlernplateau außer den Myophorialagen noch ziegelrothe Dolomite.

7) Die Decke aller der zu der Raibler Zone gehörigen Ablagerungen bildet der Hauptdolomit und Dachſteinkalk.

Der Dachſteinkalk, welcher am maſſigſten entwickelt in dem an der Grenze von Oeſterreich, Salzburg und Steyermark liegenden, gewaltigen Dachſteine auftritt, iſt dicht oder feinkörnig, weiß, gelblich oder grau, arm an Verſteinerungen und enthält namentlich die bis fußgroße Bivalve Megalodon triqueter (Cardium triquetrum), nicht ſelten aber auch zahlreiche Korallen (Lithodendron rhäticum). Dieſer durch die ſchroffen, ſpitzzackigen Geſtalten ſeiner, bis 4000 Fuß anſteigenden, Felsberge ausgezeichnete, Kalkſtein ſetzt von Wien an faſt alle die ſo grotesk und klippig ſich erhebenden Alpenſpitzen bei Guttenberg, Mariazell und Eiſenerz, am Geſäuſe und im Tännen- und Dachſteinſtocke zuſammen, erhebt ſich aber auch noch weiter weſtlich in Tyrol, Bayern und Vorarlberg zu oft mächtigen Grenzpfeilern des mittleren Keupers. Ihm eingelagert erſcheinen an vielen Orten (z. B. beim Schloß Starhemberg bei Pieſting in Niederöſterreich) rothe oder gelbe, dichte bis körnige Kalkſteine, welche reich an Brachiopoden (Terebratula gregaria, Spirifer Münsteri, Spirigera oxycolpus, Rhynchonella austriaca, fissicostata und cornigera) ſind (— die ſogenannten Starhemberger Schichten —).

8) Außer den eben erwähnten Starhemberger Schichten erſcheinen endlich dem Dachſteinkalke theils ein-, theils aufgelagert in den nördlichen Kalkalpen nun auch noch dichte, dünnſchichtige, meiſt dunkelgraue, thonige Kalkſteine, ſchwarze Thonmergel und Mergelſchiefer, welche mit einer Mächtigkeit von 30 bis höchſtens 100 Fuß von Enzesfeld bei Wiener Neuſtadt bis zum Genfer See ſtreichen, reich an Gervillia inflata Schafh., Gervillia praecursor Quenst., Pecten valoniensis Defr., Avicula contorta Portl., Rhynchonella cornigera Schafh. und fissicostata Sues., Spirigera oxycolpos Emmr. u. ſ. w. ſind und nach ihrem Vorkommen bei Köſſen nordöſtlich von Kufſtein in Tyrol die Köſſener Schichten genannt werden.

Dieſe Köſſener Schichten hat man wegen der Aehnlichkeit ihrer Organismenreſte mit dem deutſchen Rhät als ein Aequivalent der Rhätgruppe betrachtet, zu welcher indeſſen die öſterreichiſchen Geologen auch den Dachſteinkalk ſelbſt rechnen, weil an manchen Orten die Köſſener Schichten in ſeiner Maſſe eingelagert erſcheinen, ſo daß die Maſſe dieſes Kalkſteines in eine untere und eine obere Dachſteinkalkzone zertheilt iſt.

Zu der Rhätgruppe hat man außerdem noch die von Wien bis Gmunden unmittelbar über dem Virgloriakalke lagernden Schichten von, Kohlen und Pflanzenreſte einſchließenden, grauen Sandſteinen und Schieferthonen, welche man Greſtener Schichten nennt, gerechnet.

Eruptivgesteine im Gebiete der Alpentrias. — Während im Gebiete der mitteldeutschen und englischen Trias nur Basaltite und andere, einer weit späteren Bildungsperiode angehörigen, Eruptivgesteine bemerkbar sind, während auch noch die Ablagerungen der nordalpinischen Trias fast frei von Eruptivmassen erscheinen, treten in der Zone der südalpinischen Trias, namentlich in ihrem Gebiete östlich von dem Etschthale, zahlreiche große und kleine Gänge von Eruptivgesteinen auf, welche sich bald kuppen-, bald deckenförmig über die von ihnen durchbrochenen Triasglieder erheben und ausbreiten und schon dadurch ihre Gleichalterigkeit mit der Trias beweisen, daß die mächtigen Tuffablagerungen mancher von ihnen echte Triaspetrefacten umschließen. Zu diesen alpinen Triaseruptivgesteinen, welche nach Dölter: („Der geologische Bau und die Gesteine und Mineralien des Monzonigebirges in Tyrol") in die Bildungszeit der Wengener Schichten, nach Ablagerung der Buchensteiner Kalke emporgedrungen sind und hauptsächlich im südöstlichen Tyrol, — im Fleimser- und Fassathal — auftreten, gehört nun namentlich Richthofen's Augitporphyr (vgl. S. 557 Nr. 41d unter b), welcher vorzüglich in der Seißer Alp als ein mächtiger, — am Puflatsch schön säulenförmig gegliederter — Gang auftritt und von Tuffablagerungen umgeben ist; — ferner Melaphyr, welcher den ihm verwandten Augitporphyr durchsetzt und am Monte Mulatto bei Predazzo eine ausgedehnte Decke bildet; ferner das, — bald dem Syenite, bald dem Diorite nahe stehende —, von Dölter Monzonit genannte, vorherrschend aus Orthoklas oder Oligoklas und Hornblende bestehende und oft auch augithaltige, Gestein, welches den gewaltigen Monzoniberg aufthürmt und dabei selbst wieder von zahlreichen Hypersthenit- (— nach Tschermak: Diabas- —) und Turmalingranit-Gängen durchsetzt wird; endlich Porphyrit, welcher indessen nach Dölter Orthoklasporphyr ist und gangweise alle die eben genannten Eruptionsmassen durchdringt und hierdurch beweist, daß er das jüngste vulcanische Product unter allen den von ihm durchdrungenen Massen ist. §. 365.

Haben nun auch alle die eben genannten Eruptivmassen gerade keine allgemein durchgreifende Störung der Lagerungsverhältnisse der von ihnen durchbrochenen Massen hervorgerufen, so haben sie doch diese letzteren da, wo sie bei ihrem Empordringen mit ihnen in enge Berührung kamen, in ihrem Bestande mannichfach umgewandelt, sei es nun, daß sie die dichte Masse der von ihnen durchbrochenen Kalksteine in eine krystallinisch-körnige umwandelten, sei es, daß sie durch ihre Dämpfe oder Zersetzungsproducte in der Kalksteinmasse Veranlassung zur Entstehung von mancherlei schön krystallisirten Mineralien, z. B. von Skapolith, Pistacit, Granat, Grossular, Idokras, Spinell, Fassait, Pyrgom, Serpentin, Laumontit, Anorthit, Chabasit u. s. w., gaben.

Ausgezeichnete Fundstätten dieser eben genannten Mineralien im Monzonigebirge befinden sich nach Dölter am Aufstieg gegen die Ricolettascharte, am Le Selle-See, zwischen diesem und dem Passe an den Rändern eines zersetzten Melaphyrganges, ferner am Südabhange des Monzoni unweit der Spitze des Mal Inverno gegen das Toal dei Rizzoni; endlich am Kamm zwischen Toal della Foija und dem Pesmedathale.

§. 366. **Oberflächenbildung der alpinen Trias.** — Die Triasgebilde der Alpen zeigen in ihrem europäiſchen Ablagerungsgebiete nicht eine ſo regelrechte Aufeinanderfolge ihrer Glieder und auch nicht eine ſo einförmige, überall in ihrem Ablagerungsgebiete wiederkehrende, wellen- oder ſtufenförmige, plateautragende Oberflächengeſtalt, wie die, namentlich im mittleren Deutſchland vorhandene, Buſen- und Binnenmeertrias. Durch die in die Höhe ſteigende Centralalpenkette wurde ihre ganze Ablagerungsmaſſe der Länge nach zuerſt auseinander geriſſen und in eine nördliche und ſüdliche Hälfte zertheilt, ſodann aber jede der beiden Hälften an den beiderſeitigen Abhängen der aufwärts drängenden Centralkette ſo ſtark zurückgeſtauet, daß ſie ſich wellenförmig auf- und abbog und nun mehrere hinter einander liegende Parallelketten bildete, deren jede nun wieder in Folge ihrer Verſchiebung in ihren einzelnen Schichtmaſſen mannichfache Verdrückungen, Umkippungen und Verwerfungen erlitt, wie z. B. das aus Gümbel's Prachtwerk entlehnte Profil (Fig. 283) zeigt, aus welchem

Fig. 283. Gehänge gegen das Walchſeethal.

k_1: Hauptdolomit; k_2: Plattenkalk des Hauptdolomits; k_3: oberer Muſchelkeuper; k_4: Dachſteinkalk. — l_1: unterer und mittlerer, l_2: oberer Alpenlias. — j: oberer Jura. — kr: obere Kreide. — n: obere Nummulitenſchichte.

man zugleich erſehen kann, daß die Verſchiebungen der Trias erſt nach der Ablagerung des oberen Jura eingetreten ſind, — oder das aus Lipold's „Erläuterungen zur geologiſchen Karte der Umgebung von Idria" entlehnte Profil (Fig. 284) darſtellt. Hiermit waren aber die Veränderungen, welche die Triasgebilde der Alpen erlitten, noch nicht zu Ende; denn abgeſehen davon, daß auch noch ſpäter gewaltige Erderſchütterungen, welche von den Centralalpen aus nord- und ſüdwärts vorwärts drängten, in den einzelnen Kalkketten tief einſchneidende Querſpalten einriſſen und hierdurch dieſe Ketten in einzelne Gebirgsſtöcke zertheilten, wirkte nun auch noch das atmoſphäriſche Waſſer theils für ſich allein, theils mit Hülfe der daſſelbe begleitenden Kohlenſäure außerordentlich verändernd auf die Oberfläche der Kalkalpenmaſſen ein. Für ſich allein löſte es zum Theil die in dieſen Maſſen zugleich vorhandenen Gyps- und Steinſalzlager auf und fluthete ſie auf unterirdiſchen Kanälen fort; und mit Hülfe ſeiner Kohlenſäure nagte es ſowohl an der Oberfläche, wie im Innern der Berge einen Theil Kalk nach dem anderen weg. In die hierdurch entſtehenden hohlen Räume ſtürzten die über ihnen lagernden Ablagerungen, wodurch nun wieder gar manche Verwerfung der Schichtmaſſen herbeigeführt wurde.

Durch alle diese Ursachen wurden nicht nur die einzelnen Theilmassen §. 366.
einer und derselben Schichtzone in dem ganzen Bezirke ihrer Ablagerung auseinandergerissen und verschoben, sondern auch den sämmtlichen Ablage-

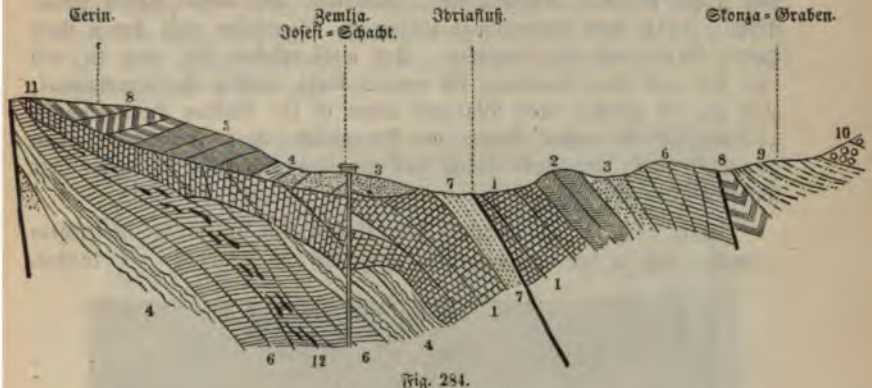


Fig. 284.

Zeichen-Erklärung:

1: = Gailthaler Schichten aus der Steinkohlenformation,
2: = Gröbner Quarzsandsteine aus der unteren Trias,
3: = Sandige Schiefer und Dolomite (Seißer Schichten) aus der unteren Trias,
4: = Kalkschiefer (Campiler Schichten) aus der unteren Trias,
5: = Kalksteine (Campiler Schichten) aus der unteren Trias,
6: = Dolomit und Breccien aus der unteren Trias,
7: = Knollenkalkstein (Muschelkalk) aus der unteren Trias,
8: = Tuffe und Mergelschiefer mit Hornstein,
9: = Pflanzenführende (Skonza-) Schichten,
10: = Kalkconglomerate,
11: = Dolomite,
} aus der oberen Trias;
12: = Quecksilbererze führende Wengener Schichten aus der Kreideformation.

rungsmassen der alpinen Trias eine Formung aufgezwungen, wie sie den Triasgebieten des mittleren Deutschlands ganz fremd ist. Wohl erheben sich die Ablagerungen der alpinen Trias im Allgemeinen zu langen wallförmigen Riesenketten, welche an dem einen Abhange steil ansteigen, an dem gegenüberliegenden aber häufig ein sanft abfallendes Plateau zeigen,

Fig. 285. Karrenfeld auf der Silbern im Canton Schwyz.

§. 366 aber der Kamm dieser Ketten ist durch das Nagen der Atmosphärilien und das Zwängen gefrierenden Wassers wild zerrissen und in einzelne, himmelanstrebende, klippig und steil ansteigende Pyramiden, Kegel, Hörner und Zähne zertheilt, während tiefe, schluchtige, von Gebirgsflüssen durchströmte, durch steile Felsgehänge eingeengte, Querthäler diese Ketten ihrer ganzen Breite nach durchschneiden. Und wohl erheben sich noch da und dort steil aus ihrer Umgebung sich emporreckende, massige Kalksteinplateaus, aber gar oft gleichen diese Plateaus einem in der stärksten Brandung begriffenen Meere, dessen Wogen im Augenblicke ihres Anprallens Stein geworden sind, oder einer Fläche voll größerer und kleinerer, tiefer oder flacher Krater oder Trichter (Fig. 285).

Unter den sich am höchsten über ihre Ketten erhebenden Felskegeln machen sich in der nördlichen Kalkalpenkette die Zugspitze, der Wetter-

Fig. 286. Die hohe Tänne im Salzkammergute.

stein, Solstein, Watzmann und der hohe Tänn bemerklich; unter den Kalkhochplateaus aber tritt am meisten der Schlern in Südtyrol mit seiner Umgebung von riesigen Dolomitkegeln hervor. Am wildesten aber treten die Massen des Dachsteinkalkes auf, wie der Dachstein selbst und seine ganze Umgebung, so namentlich das Tännengebirge (Fig. 286), das einem versteinerten Wogenschwalle gleichende todte Gebirge (Fig. 287) und steinerne Meer, zeigt.

Fig. 287. Das todte Gebirge im Salzkammergute.

B. Trias in Nordamerika.

Verbreitungsgebiet und Bildungsmassen. — Es ist schon bei der Beschreibung der Alpentrias erwähnt worden, daß in Californien an der Sierra Nevada Triasgebilde vorkommen, welche ihren Organismenresten nach der alpinen Trias entsprechen. Dieser oceanischen Trias gegenüber zeigen sich nun einerseits am Ostabhange der Alleghanies, zwischen diesen und dem atlantischen Oceane, und andererseits in dem Gebiete des Felsengebirges (Rocky Mountains) gewaltige, weit ausgedehnte Ablagerungen, welche als Strand- und zum Theil auch als Busengebilde der Trias zu betrachten sind und ihren Organismenresten nach der deutschen und englischen limnisch-pelagischen Trias entsprechen. §. 367.

Unter den eben erwähnten beiden Triasgebieten Nordamerikas nun bildet das atlantische eine lang ausgedehnte Zonenablagerung, welche längs den

§. 367. Alleghanieketten hin von Norden nach Süden durch die Staaten Maſſachuſetts, Connecticut, New-York, Pennſylvanien, New-Jerſey und Maryland zieht und dann noch in Virginien, Nord- und Südcarolina zahlreiche Ablagerungsinſeln zuſammenſetzt. Dieſe, über 250 Meilen lange und hie und da, z. B. im Connecticutthale, über 8000 Fuß mächtige Zonenablagerung beſteht vorherrſchend aus einem braunrothen Sandſteine (— dem ſogenannten New Red Sandstone —), welcher hie und da conglomeratiſch wird, bisweilen auch mit rothem Schieferletten wechſellagert und an einzelnen Orten (z. B. bei Richmond in Virginien und am Deep River in Nordcarolina) Steinkohlenflötze mit Sphäroſideriten enthält. Durch eine mächtige, in regelmäßige, ſenkrecht ſtehende, Säulen abgeſonderte, Zwiſchendecke von augitiſchen, ſei es diabaſiſchen oder melaphyriſchen, Geſteinen, welche die zuerſt abgelagerten Sandſteinmaſſen durchbrochen und ſich dann als eine mächtige Platte über ihnen ausgebreitet haben, wird die ganze Ablagerung dieſes New Red Sandstone in eine untere und eine obere Sandſteinzone abgetheilt. Bemerkenswerth erſcheint es, daß dieſe trappartigen Einlagerungen, ähnlich den melaphyriſchen Gebilden der Seißer Alp, reich ſind an zeolithiſchen Mineralien, namentlich an Datolithen und Apophylliten, welche ſich theils auf den Klüften der Trappe ſelbſt, theils in Geſellſchaft von Schwerſpath, Kupferglanz, gediegenem Kupfer und Silber auf Gangſpalten in dem angrenzenden rothen Sandſteine befinden.

An Organismenreſten iſt die Formation des New Red Sandstone ſehr arm. Bis jetzt hat man in ihm nur gefunden:

1) von Pflanzen: Voltzia heterophylla, Pterophyllum longifolium, Equisetes columnaris und Pecopteris Stuttgartensis, — alſo lauter Keuperpflanzen;

2) von Thieren: hauptſächlich aus den Claſſen der Wirbelthiere, ſo von Fiſchen (Ischypterus und Calopterus); von Froſchſauriern (Labyrinthodonten) namentlich Fußſtapfen, von denen ſich der 0,52 Meter lange Hinterfuß des Otozodium Moodii durch ſeine Größe auszeichnet; von Vögeln, unter deren zahlreichen Fußſpuren der 0,63 Meter lange, dreizehige Fuß des Brontozoum giganteum ſich am meiſten bemerklich macht; endlich auch von Säugethieren, aus deren Claſſe ein in der Trias von Nordcarolina aufgefundener Unterkiefer ein zur Familie der Beutelthiere gehöriges und Dromatherium sylvestre genanntes Thier andeutet.

Außer dieſer atlantiſchen Trias hat man nun auch noch an dem Oſtabhange der Rocky Mountains bedeutend ausgedehnte Ablagerungen von ziegelrothen Sandſteinen und, von Gypsſtöcken durchzogenen, Mergeln gefunden, welche über dem Perm und unter dem Lias lagern und der Trias angehören ſollen.

II. Die Juraformationen.

(Die Benennung **Jura** haben diese Formationen vom Juragebirge, in welchem sie ausgezeichnet entwickelt vorkommen. — Alcide d'Orbigny nannte sie deshalb „terrains jurassiques"; Bronn dagegen bezeichnete sie als Oolithengebirge, weil gerade in ihnen Kalk- und Eisenoolithe mächtig entwickelt auftreten.)

Bildungsräume, Hauptablagerungen und Organismenleben im Allgemeinen. — In Folge der theilweisen Hebung und Trockenlegung der Triasformationen waren die ursprünglich noch mehr oder weniger isolirt aus dem Oceane hervortretenden Gebirgsinseln, namentlich des mittleren Europas, durch wellen- und terrassenförmige Berglandsmassen unter einander so verbunden worden, daß sie nach der Bildungszeit der Trias schon einen bedeutenden Ländercomplex darstellten, welcher einerseits das westliche Böhmen, das Fichtelgebirge, den Franken- und Thüringer Wald sammt dem größten Theile des Thüringer Berglandes, Harzes, Weser-, Hessen- und Frankenberglandes nordwestwärts bis zum Teutoburger Walde, westwärts bis zum rheinischen Berglande und südwärts bis zu den Vogesen und dem Schwarzwalde, andererseits das ganze westliche England sammt dem westlichen, die heutige Bretagne umfassenden, Frankreich und endlich auch den größten Theil des südöstlichen Frankreichs, sowie eine Reihe von Alpeninseln umfaßte. In den um und zwischen diesen, meist von Triasgebilden umgürteten, Landesgebieten nun breiteten sich diejenigen Binnenseen, Busen und noch offenen Gebiete des Oceanes aus, in denen sich auf den noch unterseeischen Ablagerungen der Trias die Gebilde der Juraformationen absetzten. §. 368.

Wer einen Blick auf die so instructive „Geognostische Uebersichtskarte" von Dechen's wirft, wird bemerken, daß beim Beginne des Jura-Zeitalters hauptsächlich folgende Jurameere in Europa vorhanden waren:

1) das große deutsche Jurameer, welches das ganze nördliche und nordwestliche Deutschland bedeckte, südwärts das mitteldeutsche Gebirgs- und Bergland bespülte und zwischen dem Teutoburger Wald und Harz dem jetzigen Leinethale entlang einen schmalen Binnensee oder Busen bildete, welcher südwärts bis ins Thüringer Bergland (Eisenach und Gotha) reichte.
2) Westwärts wurde dieses Jurameer von dem westlichen Gebirgslande Englands begrenzt; aber südwärts füllte es den ganzen Raum aus, welcher östlich von den Ardennen, der Eifel, dem Hundsrück, der Hardt, den Vogesen und weiterhin von den französischen Ostgebirgen (Charolais und Sevennen) und dem Gebirgslande der Auvergne, — westwärts aber von dem Gebirgslande der Bretagne und Loire begrenzt wird. Dieser südwestliche Theil des deutschen Jura-Oceans nimmt demnach das Herz von ganz Frankreich ein und bildet sonach das französische Jurameer. In seinem südlichen Theile verengt es sich und bildet zwischen dem nordwestlichen Urschiefer- und Silurberglande und dem südöstlichen Gneiß- und Granitberglande der Auvergne

§. 368. einen Kanal, durch welchen es mit dem südfranzösischen Jurameere in Verbindung tritt.

3) An seiner Ostseite dagegen steht das französische Jurameer zwischen den Vogesen und dem Charolais in Verbindung mit dem schweizerisch-bayerischen Jurameere, welches als ein gewaltiger Binnensee zuerst zwischen den ostfranzösischen Gebirgsreihen und den schweizerischen Alpeninseln, sodann zwischen dem Schwarzwalde und dem deutschen Mittelgebirgslande einerseits und den süddeutschen Alpeninseln andererseits bis über die Gegend von Wien hinaus sich erstreckt und an seiner Nordseite einen tief ins Land, bis zum Frankenwald hin, einschneidenden Busen bildet.

Nach diesen seinen Hauptbildungsräumen hin kann man nun auch in Europa vier Hauptgebiete der Juraformationen unterscheiden, nemlich

1) ein norddeutsches Juragebiet,
2) ein englisches Juragebiet,
3) ein französisches Juragebiet,
4) ein schweizerisch-bayerisches Juragebiet.

Diese vier Hauptjuragebiete sind nicht nur ihrer Lage, sondern auch in vielfacher Beziehung ihren Gliedern und Ablagerungsverhältnissen nach verschieden von einander, wie später noch gezeigt werden wird.

Die, in den eben abgemarkten Meeresräumen vorkommenden, Bildungsmassen der Juraformationen bestehen vorherrschend aus feinkörnigen Sandsteinen, Schieferthonen, Thonlagern, Mergeln und Kalksteinen, zu denen sich dann auch noch häufig Dolomite und Oolithe gesellen; Conglomerate dagegen sind schon seltene Erscheinungen und Zwischenlager von eruptiven Gesteinen und deren Tuffen kommen, wenigstens in dem mitteleuropäischen Jura, wohl nirgends vor. Dieses scheinbar gänzliche Fehlen von vulcanischen Eruptionsproducten und der petrographische Charakter der eben genannten Hauptbildungsmassen des Jura einerseits, sowie die ebenflächige Schichtenbildung und normale, ungestörte Uebereinanderlagerung dieser Massen andererseits und endlich auch die meistens vollständig erhaltenen, häufig den ebenen Schichtflächen der sie umschließenden Ablagerungen parallel angedrückten und nicht widernatürlich gekrümmten, Körperreste der jurasischen Organismen, — alles dieses deutet darauf hin, daß in dem Zeitraume der Jurabildungen eine große Ruhe in dem Jura-Oceane geherrscht hat und weder Erderschütterungen noch unterseeische Vulcanenausbrüche mit ihren Gasen verwirrend auf die sich bildenden Erdrindemassen und verderblich auf die sich entwickelnde Organismenwelt eingewirkt haben.

Kein Wunder daher, daß sich unter solchen günstigen äußeren Verhältnissen zunächst im Oceane ein Thierleben so außerordentlich reich und mannichfaltig an Familien, Geschlechtern und Arten entwickelte, wie noch in keinem der früheren Zeitalter. Jetzt zum ersten Male bauten zahlreiche, in ihren Körperformen den gleichnamigen Thieren der Gegenwart nahe kommende, Korallenpolypen weit ausgebreitete Riffe, legten zahlreiche Seeschwämme ihre Colonien auf dem Grunde des Oceanes an und traten echte Seeigel der verschiedensten Art auf. Ebenso aber

blieben auch nicht die verschiedenen Ordnungen und Familien der Mollusken, vor allen die Muscheln, und unter ihnen namentlich die austerartigen Ostrea-, Gryphaea- und Exogyra-Arten, sowie die Ammoneen und Belemniten in der Entwickelung von zahlreichen Arten zurück. Weiter kam eine große Zahl von krebsartigen Crustaceen zum Vorschein, welche in ihren Körperformen schon stark an die noch gegenwärtig existirenden Krebsthiere erinnern. Und während so die wirbellosen Thiere sich in großer Zahl und Mannichfaltigkeit entwickelten, blieb auch die Welt der Wirbelthiere nicht zurück; denn jetzt zum ersten Male traten Fische mit zwei gleichen Schwanzflossen und kolossale, mit Schwimm- oder Flossenfüßen versehene, theils fisch-, theils krokodilähnliche, Meeressaurier auf.

Aber nicht bloß im Jura-Oceane allein, sondern auch in den Strandsumpfungen und Brackwasserbecken, in den Flüssen und den mit ihnen in Verbindung stehenden Binnenseen erwachten neue Ordnungen und Familien von Thieren. So kamen aus der Abtheilung der Gliederthiere Flußkrebse, aus der Ordnung der Insekten zahlreiche Libellen und Wasserkäfer, ja auch Heuschrecken und Schmetterlinge, aus der Ordnung der Spinnenthiere die langbeinigen Wasserspinnen; aus der Classe der Amphibien und Reptilien Fluß- und Sumpfschildkröten, die plumpen Gaviale, Krokodile und mit Fledermaus-Flughäuten versehenen und an die Drachen der Märchenwelt erinnernden Flugeidechsen (Pterodactylus) zum Vorschein. Ja mehrfach gefundene Körperreste deuten darauf hin, daß in dem Jurazeitalter auch Vögel (Sumpfvögel) und Säugethiere existirt haben.

Während nun so die Thierwelt sich reich und mannichfaltig entwickelte, blieb das Pflanzenreich in der Jurazeit verhältnißmäßig zurück; denn, soweit bis jetzt die Erfahrungen reichen, bestand die Pflanzendecke der die Jurameere umgebenden Landesgebiete vorherrschend aus Coniferen, Cycadeen, Equiseten und Farnen, — also aus Pflanzenfamilien, wie sie schon im Triaszeitalter zum Vorschein gekommen waren.

Zu den Juraformationen rechnet man nun gegenwärtig von unten nach oben:

a. die schwarze Jura- oder die Liasformation,
b. die braune Jura- oder die Doggerformation,
c. die weiße Jura- oder die Malmformation.

a. Die Liasformation.

(Der Namen Lias (sprich: „Leias") soll nach Bakewell von dem Worte „layers" d. i. plattenförmige Gesteinsschichten, wie sie namentlich die Liaskalksteine in Somersetshire zeigen, abstammen.)

Ablagerungsgebiet, Mächtigkeit und Hauptglieder. — Wie die §. 369.
Buntsandsteinformation den Umgrenzungswall und den Grundbau für den Muschelkalk bildet, so setzt über und neben der Keuperformation die etwa 300 bis 400 Fuß mächtige, Liasformation eine flache, mulden- oder

§. 369. napfförmige Terrasse zusammen, auf welcher sich, ähnlich den Muschelkalkplateaus, die mächtigen, häufig steil ansteigenden und auf ihren Höhen weit ausgedehnte Plateaus tragenden, Wallberge der eigentlichen Juraformation erheben, und welche zugleich in den meisten Fällen einen verhältnißmäßig schmalen Grenzgürtel zwischen dem unten liegenden Keuper und dem oberhalb liegenden Jura bildet.

Die Hauptbildungsmassen der Liasformation sind **Sandsteine, Schieferthone, eigentliche fette Thone, Mergel** und **Kalksteine**, außerdem aber für einzelne Gebiete auch **Eisenoolithe** und **Dolomite**. Für alle diese Glieder, ganz vorzüglich aber für die Thone, Mergelschiefer und Kalksteine, ist ein mehr oder weniger starker Gehalt von Bitumen und in Folge davon eine dunkle, rauchgraue, gelblichgraue oder auch grauschwarze Färbung bezeichnend, weshalb auch L. von Buch die Liasformation geradezu den schwarzen Jura nannte.

Ueber die einzelnen dieser Hauptglieder ist nun kürzlich Folgendes zu bemerken:

1) Die Sandsteine, welche in vielen Liasgebieten die untersten Ablagerungen der ganzen Formation bilden, sind theils grob-, theils feinkörnig, hellgelblichgrau, weißlich- bis ockergelb oder auch weißlich und ockergelb geadert, und haben in der Regel ein thoniges (— bisweilen stark von Eisenocker durchdrungenes —) oder mergeliges, seltner ein ganz kalkiges oder kieseliges Bindemittel. Je nach der Beschaffenheit und Menge ihres Bindemittels erscheinen sie bald hart, bald weich; die von Eisenocker ganz durchdrungenen, thonigen Sandsteine sind oft so mürbe, daß sie schon durch einen leisen Hammerschlag ganz zertrümmert werden. Merkwürdig ist es, daß gerade diese mürben, ockergelben Sandsteine nicht nur häufig Steinkerne von Gryphäen und Ammoniten (— z. B. bei Eisenach —), sondern auch concentrisch-schalige thonige Sphärosiderite und Einlagerungen von Eisenrogensteinen umschließen. — Gewöhnlich bilden diese unteren Liassandsteine dünne Schichten; weiter aufwärts aber setzen sie auch sehr regelmäßige, 1 bis 3 Fuß mächtige, Bänke zusammen, welche durch senkrecht ziehende Austrocknungsspalten in oft fast regelmäßige Würfelmassen abgesondert werden.

2) Die Schieferthone sind in der Regel grauschwarz, bituminös und bisweilen auch kalkhaltig. Nicht selten erscheinen sie auch von fein zertheilten Eisenkiesen so durchzogen, daß sie bei ihrer Verwitterung alaunhaltig werden. Im frischen Zustande zeigen sie sich dünnschiefrig, bei der Verwitterung aber zerfallen sie in ein loses Haufwerk von eckigen Schieferchen, welche zuletzt einen zähen, schmierigen Thon bilden. Indessen nicht nur durch das Zerfallen des Schieferthons entsteht Thon, sondern dieser letztere bildet auch schon für sich allein oft recht bedeutende Ablagerungen theils zwischen den Kalksteinen, theils zwischen diesen und den Mergelschiefern und erscheint dann in der Regel als der Sitz zahlreicher Liaspetrefacten.

3) Durch Aufnahme von Kalk entstehen, wie schon angedeutet, aus den bituminösen Schieferthonen dünnschiefrige, dunkelrauchgraue bis schwarze,

bituminöse Mergelschiefer, welche dann einerseits bei noch §. 369.
weiterer Aufnahme in plattenförmige Kalkmergel, thonige Kalksteine, bituminöse Kalksteine und Stinkkalk, andererseits bei starkem Bitumengehalt in brennbaren, wirklichen Brandschiefer übergehen. — Alle diese Gesteine treten namentlich in der oberen Etage der Liasformation auf.

a. Die Mergelschiefer schließen sehr häufig zahlreiche Versteinerungen und Abdrücke, so vor allen von der kleinen Posidonomya Bronni Voltz., ein und werden dann gewöhnlich Posidonienschiefer genannt. Außerdem kommen in ihnen oft nieren- oder linsenförmige, ockergelbe Kalkmergel-, Kalkstein- und thonige Eisenspathknollen vor, welche entweder einen Kern von Kalk- oder Eisenspath enthalten oder von Kalkspathadern netzförmig durchzogen sind (— sogenannte Septarien —).

b. Unter den, von thierischem Oel und Bitumen häufig ganz durchzogenen, Brandschiefern, welche sehr oft in der Liasformation vorkommen, zur Gewinnung von Oel benutzt werden und sich auch von selbst entzünden können, sind namentlich bemerkenswerth die in Würtemberg bei Boll, Ohmden und Holzmaden vorkommenden und bis in die Maingegenden ziehenden, Ablagerungen dieser Schiefer, welche ganz regelmäßige Platten bilden, die so zähe sind, daß sie sich wie Bretter sägen und hobeln lassen (nach Quenstedt).

4) Die Liaskalksteine enthalten in der Regel mehr oder weniger Thon und gehen in Folge davon häufig in Kalk- und Thonmergel über; dabei sind sie meist sehr bitumenreich, woher es kommt, daß sie einerseits in wahre, schon beim Reiben häßlich riechende, Stinkkalke übergehen und andererseits eine dunkelrauchgraue bis bläulichschwarze, aber bei der Verwitterung, durch Oxydation und Verflüchtigung ihres Bitumens, verbleichende, weißlich oder ockergelb werdende, Farbe zeigen. Im frischen Zustande sind sie zähe und schwer zersprengbar; bei stark vorgeschrittener Verwitterung aber zerfallen sie um so leichter zu Knollen, je thon- und bitumenreicher sie vorher waren. Gewöhnlich bilden sie dünne, bis einen Fuß mächtige, an ihren Schichtflächen wulstige, Schichten, welche durch Zwischenlagen von Thonmergel, Mergelschiefer oder Schieferthon von einander getrennt sind. Nicht selten sind einzelne Schichten ganz oder theilweise oolithisch ausgebildet oder aus lauter parallel neben einander stehenden spitzkegelförmigen, an der Oberfläche quer gerunzelten, Kalkabsonderungen (— sogenannten Tuten oder Nägeln —) zusammengesetzt, wie dieses bei dem Nagel- oder Tutenkalk in Würtemberg (z. B. bei Tübingen, Wasseralfingen und Kemnat) oder am nördlichen Harzrande bei Goslar, — überhaupt aber häufig in der Liasformation —, der Fall ist.

Wohl keine andere Ablagerungsmasse des Lias ist so reich an Versteinerungen als der Liaskalkstein. Bisweilen erscheinen seine Schichten so voll Muscheln, daß sie wahre Conchylien- oder Muschelconglomerate bilden. Am häufigsten treten unter diesen Versteinerungen Gryphaea

arcuata (— daher: Gryphäen- oder Arcuatenkalk —), Ammonites Bucklandi, costatus und anguinus (— daher: Ammonitenkalk —), Belemniten und Monotis substriata (— daher: Monotiskalk —) auf. Außerdem umſchließt dieſer Kalk auch häufig Kalkſpathadern, Eiſenkieſe, Kupferkieſe und Zinkblende; ja häufig erſcheinen die Verſteinerungen deſſelben, z. B. die Ammoniten, geradezu verkieſt.

In dem Lias des ſüdweſtlichen Frankreichs kommen mit dem Kalkſteine im Verbande auch rauchgraue, deutlich geſchichtete, aber verſteinerungsleere, Dolomite vor. Ebendaſelbſt und auch in den Cevennen und in Ungarn finden ſich in dem Liaskalke auch Lager und Stöcke von Gyps.

5) Nicht unerwähnt darf hier gelaſſen werden, daß ſich in dem Sandſteine mancher Liasgebiete mehr oder minder beträchtliche Lager von oolithiſchem Eiſenerze befinden, ſo in der Gegend von Helmſtädt, bei Rottorf und Sommerſchenburg; ebenſo auch bedeutende Ablagerungen von thonigem Brauneiſenerz und Sphäroſiderit, ſo bei Amberg und Weißenburg in Bayern und in dem Tatragebirge. —

6) Endlich erſcheint es erwähnenswerth, daß in dem Liasſandſteine hie und da Putzen, Neſter und ſelbſt zuſammenhängende Flötze von Steinkohlen vorkommen, ſo bei Hildesheim und Helmſtädt.

§. 370. **Organismenreſte in der Liasformation.** — Es iſt eine merkwürdige Erſcheinung, daß in der Bildungszeit der Liasformation ſich bei weitem vorherrſchend Waſſer bewohnende Organismen entwickelt haben, obwohl die in dieſer Zeit ſchon vorhandenen Landesräume ganz geeignet ſein mußten, Pflanzen wie Thiere zu erzeugen und zu ernähren; denn, ſoweit die bis jetzt in den liaſſiſchen Ablagerungen gefundenen Landorganismenreſte lehren, haben zur Zeit der Liasbildungen auf dem trocken gelegten Lande keine Säugethiere und Vögel gelebt; von Reptilien aber hat man nur ſolche gefunden, welche zwar zeitweiſe wohl das Land beſuchen konnten, aber ihre Hauptheimath theils im Brackwaſſer tief ins Land eindringender Meerbuſen, theils im offenen Meere beſaßen; von Inſekten endlich ſcheinen in manchen Gebieten des Lias doch verſchiedene Arten exiſtirt zu haben, wenn anders es nicht waſſerbewohnende Inſekten waren.

Wenigſtens theilt Oswald Heer mit, daß in den tiefſten Schichten des Lias bei Müllingen im Canton Aargau von 70 Species von Inſekten (darunter 58 Käfer) hauptſächlich Flügel und Flügeldecken gefunden worden ſeien. — Sollten vielleicht die damals das Land bewohnenden Thiere durch den Verweſungsproceß ſo vollſtändig zerſtört worden ſein, daß ſelbſt nicht einmal die harten Körpertheile derſelben übrig blieben?

Nicht viel mehr ſcheint die Landpflanzenwelt in der Liaszeit vorwärts geſchritten zu ſein; denn, ſoweit es geſtattet iſt, aus den jedenfalls zuſammengeflutheten Pflanzenreſten, welche man namentlich in den Liasſandſteinen und in den liaſſiſchen Kohlenflötzen der Alpen gefunden hat, einen Schluß zu ziehen, ſo waren es namentlich Farne (z. B. Clathropteris meniscoides Brong., Taeniopteris vittata und Alethopteris whitbyensis), Equiſeten, Cycadeen (namentlich aus den Geſchlechtern Cycadites, Zamites, Pterophyllum

und Nilsonia) und Coniferen, welche in der Liaszeit die Moorungen und Sumpfgebiete des Landes bewohnten. Selbst die Meeresfauna scheint in diesem Zeitraume nicht besonders reich gewesen zu sein; denn bis jetzt wenigstens hat man hauptsächlich zwei Fucoiden-Arten, nemlich den Sphaerococcites granulatus (Bronn) und den Chondrites Bollensis (Kurr) häufig in den Liasschiefern, gefunden. §. 370.

Wie ganz anders dagegen zeigt sich das Reich der Meeresthiere in der Liaszeit. Reich an Formen und Geschlechtern und doch auch wieder ärmlich und lückenhaft in der Entwickelung der einzelnen Thierclassen. Während in den nächstfolgenden Zeiträumen der Jurabildungen die Seeschwämme (Spongien) und Korallenpolypen mit Macht und Mannichfaltigkeit auftreten, finden sich in der Liaszeit scheinbar keine Schwämme und nur da und dort verhältnißmäßig unbedeutende Korallenarten. Ebenso ist es mit den Echinodermen, von denen zwar die schönen Pentacriniten in reicher Fülle vorhanden sind, aber die Seeigel (Echiniten) und Seesterne (Stelleriden), welche in den nächstfolgenden Zeiträumen zum Theil stark entwickelt erscheinen, im Lias nur durch einige Arten sich bemerklich machen. Ja, auch im Reiche der Mollusken tritt diese eigenthümliche Entwickelung des Thierreiches hervor, indem gerade die unteren Ordnungen mit ihren unvollkommenern Thierformen weniger verbreitet erscheinen, als die obersten Ordnungen mit den weit vollkommener ausgebildeten Cephalopoden. Demgemäß machen sich aus der Ordnung der Schnecken oder Gasteropoden nur einige Arten der Gattungen Cerithium, Pleurotomaria, Trochus und Turbo bemerklich; ebenso treten die Armfüßler oder Brachiopoden nur mit ihren Gattungen Terebratula, Rhynchonella und Spirifer (namentlich Spirifer Walcotti Sow.) häufig auf. Stärker entwickelt zeigen sich schon die zweischaligen Muschelthiere oder Bivalven, von denen die Gattung Gryphaea (Fig. 288 und Fig. 289) sogar ihren Hauptsitz in der Liasformation hat, während die Gattungen Pecten, Lima, Nucula, Avicula, Astarte, Cardinia, Posidonomya und Inoceramus mit einzelnen ihrer Arten wahrhaft bezeichnend für einzelne Schichtencomplexe der Liasformation sind. Aber alle diese Mollusken-

Fig. 288. Gryphaea arcuata Lam.

Fig. 289 Gryphaea cymbium Lam.

§. 370. Ordnungen verschwinden vor dem Reichthum an Arten und Individuen der Cephalopoden-Familien der Ammoniten und Belemniten in der Liasformation. Keine andere Formation ist so reich an Arten und Formen von Ammoniten; keine besitzt so große und so kleine, sowie so zahlreiche Ammoniten wie die Liasformation; dabei zeigen sich die einzelnen Geschlechter und Arten dieser Familie so gesetzmäßig durch die einzelnen Zonen der übereinander folgenden Liasablagerungen vertheilt, daß sie nicht nur als charakteristisch für ihre Wohnschichten erscheinen, sondern auch eine Reihenfolge bilden, welche ihre allmähliche Entwickelungsgeschichte in der Liaszeit darthut.

Erklärungen: Die Wichtigkeit der Ammoniten und Belemniten als Leitfossilien für die Juraformationen gestattet es wohl, dem Anfänger in der Paläontologie hier einige Erklärungen über diese merkwürdigen Organismen zu geben.

a. Wie schon bei der Beschreibung der Grauwacke-Organismen (§. 308 S. 790) angegeben worden ist, so versteht man unter den Ammonitinen Kopffüßler, deren Körper in einer dünnen, spiralig in einer Ebene gewundenen Schale steckt, welche durch mannichfaltig gebogene Querwände in einzelne Kammern abgetheilt ist und auf dem Rücken ihrer sämmtlichen Windungen eine Kalkröhre (Sipho) besitzt, durch welche während des Lebens ihres innewohnenden Thieres ein Nervenstrang einerseits bis zum Mittelpunkt und andererseits bis in die äußerste Kammer, in welcher das Thier wohnte, reicht. In ihrem Aeußeren gleichen diese Ammonitinen dem Nautilus, aber sie sind von ihm unterschieden einerseits dadurch, daß der Nautilus einfache, flachnapfförmige Querwände besitzt, während sie mannichfach hin und her gebogene Querwände haben, und andererseits durch die Lage des Sipho, welcher beim Nautilus die Querwände ziemlich in ihrer Mitte durchbohrt, während er bei den Ammonitinen am Rücken der Windungen liegt.

Fig. 290 zeigt den Querdurchschnitt eines Ammoniten, um die inneren Kammern, den Sipho und die äußerste, zum Wohnsitze des Thieres dienende, Kammer zu sehen. (Fig. 152 auf S. 791 zeigt den Durchschnitt eines Nautilus).

Fig. 290.
Ceratites nodosus.
Ein durchschnittenes Exemplar, um die Kammern zu zeigen und die zackige Verdickung der Scheidewände.

Je nach der Beschaffenheit der Lappen oder Loben, welche die einzelnen Kammerwände durch ihre Biegungen auf der inneren Seite des Gehäuses oder auf der Oberfläche des Steinkernes bei Versteinerungen zeigen, hat man nun die Ammonitinen in 3 Haupt-Abtheilungen abgetheilt, nemlich

1) in Goniatiten mit ungekräuselten, einfachen, winkeligen Kammerloben (s. Fig. 154 auf S. 792);

2) in Ceratiten mit einfachen, geschlängelten Loben, welche an ihren Sätteln ungezähnt und an ihren Rücken gezähnelt sind (s. Fig. 267 auf S. 958); in der Muschelkalkformation; §. 370.

3) in Ammoniten oder eigentliche Ammonshörner, welche vielfach gekräuselte, oft zerschlitzten Blättern ähnliche, Loben besitzen und hauptsächlich in den Jura- und Kreideformationen auftreten (Fig. 291). Je nach der Art der Lobenzertheilung und der durch sie an der Oberfläche der Versteinerungen hervorgebrachten Suturlinien kann man nun weiter sämmtliche Ammoniten unterscheiden. Im Allgemeinen sei indessen hier nur bemerkt, daß die Suturlinien der in den jüngeren Schichten der Lias- und überhaupt der Juraformationen stärker zerschlitzt oder gekräuselt erscheinen als in den älteren Schichten dieser Formationen, und daß überhaupt die Kräuselung zunimmt, wie die Entwickelung der Ammoniten vorwärts schreitet. — Außer den Loben hat man nun auch noch zur Unterscheidung der Ammonitengeschlechter benutzt: zunächst die Beschaffenheit des Rückens der einzelnen Windungen, welcher z. B. bei den sogenannten Widderhörnern oder Arietiten, zu denen unter anderen Ammonites Bucklandi (Fig. 292) und Ammonites spiratissimus (Fig. 293) gehören, einen, auf beiden

Fig. 291. Ammonites Jamesoni.

Fig. 292. Ammonites Bucklandi.

Fig. 293.
Ammonites spiratissimus aus dem unteren Lias.

Seiten durch zwei Furchen eingefaßten, Kiel hat, bei Ammonites amaltheus aber seitlich zugeschärft ist und einen gekerbten Kiel trägt (Fig. 294); sodann die Form der Mundöffnung an der Schale und endlich das Vorhandensein des sogenannten Aptychus, welcher

§. 370. häufig in der großen Vorderkammer der Ammonitengehäuſe vorkommt und gewöhnlich die Geſtalt zweier, nebeneinander liegender, faſt herzförmiger, Muſchelſchalen hat (Fig. 295).

Fig. 294. Ammonites amaltheus v. Schl.

Flach ſcheibenförmig, mit ſcharfem Rücken und doppelt ſo vielen Kerben des Kiels als die Scheibe Sichelfalten hat.

Fig. 295. Ammonites cerium spinosus mit Aptychus (bei a) aus dem weißen Jura.

b. Nächſt den Ammoniten ſpielen die bald finger-, bald pfeilſpitzenförmigen Belemniten (von βέλεμνον, Pfeil) eine große Rolle in den Formationen des Jura. Dieſe Belemniten, welche auch Donnerkeile oder Teufelsfinger genannt werden, ſind gewöhnlich länglich-kegelförmige, am unteren Ende theils abgerundete, theils in eine Spitze auslaufende und bald kreisrunde, bald etwas flachgedrückte, aus ſtrahlig ſtehenden Kalkſpathnadeln beſtehende, Steinkörper (a), welche an ihrem oberen, dickeren, gerade abgeſtutzten Ende eine trichterförmige Vertiefung beſitzen, in welcher ein wagerecht gekammerter Kegel, die Alveole (b), ſteckt, welcher einem kurzen, gekammerten Orthoceratiten gleicht und im gut erhaltenen Zuſtande auch einen Sipho wahrnehmen läßt. An trefflich erhaltenen Exemplaren hat man, nach Zittel, beobachtet, daß der gekammerte Kegel auf der Rückſeite in ein papierdünnes, ſpatelförmiges, Blatt (c) ausgeht, welches genau der Rückenplatte oder dem Schulpe einer Sepie gleicht und auch dieſem ähnlich geformt und geſtreift iſt. (Fig. 296 ſtellt einen Belemnit mit gekammertem Kegel und reſtaurirtem Schulp dar). Dieſer Bau der Belemniten ſowohl, wie auch die faſt noch vollkommen, in den Liasſchiefern von Charmouth in England und Boll im Würtembergſchen, erhaltenen Körper haben dargethan, daß die Belemniten nichts weiter ſind, als die fingerförmigen Knochenfortſätze der Schulpen von urweltlichen Sepien oder Tintenfiſchen, welche 10 mit

Fig. 296. Belemnit mit gekammertem Kegel und verlängertem Rückenſchulp (reſtaurirt).

§. 370.

Häkchen besetzte, kurze Arme hatten und etwa die Gestalt besaßen, welche Fig. 297 zeigt. Die einzelnen Arten der Belemniten unterscheidet man namentlich nach der Form und Beschaffenheit ihrer Spitze. So gehören die Arten mit glatter oder längsgefurchter Spitze vorherrschend dem Lias und Dogger, die Arten mit einer tiefen, am breiteren Ende beginnenden, Bauchfurche dem weißen Jura, und die Arten mit einer kurzen Spalte am breiteren Ende und mit einer sehr kurzen Alveole der oberen Kreide an.

Fig. 297.
Idealer Belemnit.
a. Innerer Kern und Alveole.

Während nun so die Welt der Mollusken in der Liaszeit sehr stark entwickelt erscheint, treten wieder die Classen der Gliederthiere oder Arthrozoën außerordentlich zurück, indem — außer den schon genannten, und wahrscheinlich durch Landgewässer in die Liasschlammbecken geflutheten, Insektenresten, nur vereinzelt auftretende Krebse (so Erion Hartmanni) im Gebiete des Lias bemerkt worden sind. Dagegen muß die Classe der Fische namentlich in der letzten Hälfte der Liaszeit sehr reichlich vorhanden gewesen sein; denn man findet sowohl in England wie in Schwaben nicht nur zahlreich wohl erhaltene Exemplare von geradschwänzigen Knorpelfischarten (so von Lepidotus gigas und Ptycholepis Bollensis Ag.), sondern auch eine große Menge von Schuppen, Flossenstacheln und Zähnen, z. B. von Hybodus und Acrodus. — Am großartigsten und merkwürdigsten indessen zeigt sich das Reich der Amphibien und Reptilien entwickelt. Zunächst treten aus diesem Reiche die gewaltigen, nackthäutigen und mit vier Flossenfüßen versehenen, Arten von eigentlichen Meeressauriern, welche unter dem Namen des Ichthyosaurus und Plesiosaurus allbekannt geworden sind, auf; sodann aber machen sich auch mehrere Arten von Fluß- oder Lagunensauriern (krokodil- oder gavialähnliche Saurier), welche sich durch ihre Krokodilfüße, ihre langvorgestreckte, sehr verschmälerte Schnauze und ihre an die Alligatorpanzer erinnernden, Knochenschilder auszeichnen, bemerklich, so der Mystriosaurus, Pelagosaurus und Macrospondylus aus den Schiefern von Boll.

Wahrhaft monströs erscheinen die beiden oben genannten Meeressaurier:

1) Der Plesiosaurus (von πλησίος, ähnlich [einer Schlange]), welcher 10 bis 15 Fuß lang war, hatte einen sehr kleinen Kopf, einen sehr langen, aus 20 bis 40 Wirbeln bestehenden, schlangenähnlichen, Hals, einen kurzen, gedrungenen, ganz von Rippen umschlossenen Rumpf, einen kurzen Schwanz und vier gleiche, langgestreckte, ganz von einer Flossenhaut umgebene, 5zehige Füße (Fig. 298).
2) Der Ichthyosaurus (von ἰχθύς, Fisch), welcher über 20 Fuß lang wurde, besaß einen gewaltigen, langen, zugespitzten, Delphinkopf, dessen Rachen 120 bis 160 spitzkegelförmige, in einer Rinne der

Kinnlade sitzende, Zähne enthielt, große, kreisrunde Augen, deren Augapfel mit einem Knochenring umschlossen war, einen ganz hals-

Fig. 298. Plesiosaurus dolichodeirus.

losen Rumpf, dessen Wirbelsäule aus 150, an ihrer Vorder- und Hinterfläche trichterförmig vertieften, Wirbeln bestand, einen sehr langen, aus 80 Wirbeln bestehenden, Schwanz und vier Ruder- oder Flossenfüße (Fig. 299). Höchst interessant ist, daß man in der Bauchhöhle

Fig. 299. Ichthyosaurus communis.

der Ichthyosauren vielfach die versteinten und Kiefern- oder Lärchenzapfen nicht unähnlichen, äußerlich spiralig gefalteten, Excremente (Koprolithen) (Fig. 300 und Fig. 301) gefunden und aus deren

a b

Fig. 300.

Koprolithen oder Kothballen aus dem Lias von Lyme Regis (in England), die spiralige Aufwickelung an der Oberfläche zeigend.

a b

Fig. 301.

Inneres Ansehen der Koprolithen.

a Querschnitt eines Koprolithen von Lyme Regis. Die schwarzen Punkte bestehen theils aus Knochenstücken, theils aus Schuppen gefressener Fische.

b Senkrechter Durchschnitt eines Koprolithen aus dem Kreidemergel.

Inhalt erkannt hat, daß diese gefräßigen Meeresungeheuer sich vorzüglich von Sepien, Ammoniten, Fischen und Muscheln ernährt haben.

§. 371. **Gliederung der Liasformation.** — Obwohl die vorbeschriebenen Liasglieder in den verschiedenen Gebieten der Liasformation sowohl in ihrer petrographischen Beschaffenheit, wie in ihrer Mächtigkeit und Aufeinanderfolge sehr verschiedenartig entwickelt erscheinen, so läßt sich diese Formation im Allgemeinen doch nach der Lagerungsfolge ihrer Hauptglieder und der in ihnen vorherrschend auftretenden Versteinerungen in

folgende drei Etagen oder Hauptzonen ordnen, deren jede dann Quenstedt in zwei Unterzonen, welche mit α, β, γ, δ, ε und ζ bezeichnet werden, Oppel dagegen nach den sie hauptsächlich bezeichnenden Leitfossilien in mehrere Unterzonen abtheilt: §. 371.

I. in den **unteren Lias**, welcher vorherrschend entweder aus Sandsteinen und Thonablagerungen (so in Süd- und Mitteldeutschland) oder aus dunklen Kalken, Mergelschiefern und fetten Thonen (so in England) besteht und in seinen Sandsteinen Gryphäen (Gryphaea arcuata), Ammonites planorbis Sow. (= psilonotus Quenst.) und Pleurotomaria polita, in seinen Kalksteinen und Schiefern aber auch noch Ammonites angulatus Schl., Ammonites oxynotus Quenst., Ammonites raricostatus und Bucklandi Sow. und Pentacrinus tuberculatus und scalaris Mill. enthält; dagegen Belemniten nur einzeln in seiner oberen Abtheilung zeigt.

Diese Etage zerfällt nun von unten nach oben

nach Quenstedt in:		nach Oppel in:			
Lias α	1)	Zone des	Ammonites		planorbis.
	2)	„ „	„		angulatus.
	3)	„ „	„		Bucklandi.
	4)	„ „	Pentacrinus		tuberculatus.
Lias β	5)	„ „	Ammonites		obtusus.
	6)	„ „	„		oxynotus.
	7)	„ „	„		raricostatus.

II. in den **mittleren Lias**, welcher theils aus dunkelgrauen Kalksteinen und dunkelbläulichen fetten Thonen, theils aus hellfarbigen Mergeln (Belemniten- und Numismalenmergeln) und auch wohl Oolithen besteht und namentlich Ammon. amaltheus Schl. (= margaritatus), Ammon. Jamesoni Sow., Ammon. ibex Quenst., Ammon. Davoei Sow., Ammon. costatus Schl. (= Ammon. spinatus), Gryphaea cymbium Lam., Terebratula numismalis Lam., Spirifer rostratus Schl. und Pentacrinus basaltiformis Mill. umschließt.

Diese Etage zerfällt von unten nach oben

nach Quenstedt in:		nach Oppel in:			
Lias γ	8)	Zone des	Ammonites		Jamesoni.
	9)	„ „	„		ibex.
	10)	„ „	„		Davoei.
Lias δ	11)	„ „	„		margaritatus.
	12)	„ „	„		spinatus.

III. in den **oberen Lias**, welcher von unten nach oben vorherrschend aus stark bituminösen, dünnschiefrigen, Posidonomya Bronni Voltz. haltigen, Mergelschiefern (Posidonienschiefer), plattenförmigem, mit Monotis substriata Münst. angefülltem, Stinkkalk (Monotiskalk) und grauen, Ammonites jurensis haltigen, Kalkmergeln (Jurensismergeln) besteht und außer den eben genannten

§. 371. Verſteinerungen zahlreiche Ammoniten (Ammonites serpentinus Rein., Ammonites communis Sow.), Belemnites digitalis Blainv. und Belemnites acuarius Schloth., Pentacrinus subangularis u. ſ. w. umſchließt, zugleich aber auch das Grabbett des Ichthyosaurus, Teliosaurus und einer großen Zahl von anderen Sauriern und auch von Fiſchen bildet.

Dieſe Etage zerfällt von unten nach oben

nach Quenſtedt in:	nach Oppel in:
Lias ε.....	13) Zone der Posidonomya Bronni.
Lias ζ.....	14) „ „ Ammonites jurensis.

Wie ſich nun dieſe Gliederung in verſchiedenen Gebieten des Lias verhält, wird die folgende Ueberſicht zeigen:

Gliederung des Lias in:

§. 371.

	Schwaben.	Franken.	England.	Frankreich (im Franche-Comté).
lias α.	**a. Psilonotenbank.** 1) Zuunterst: dunkler, mergeliger Kalkstein mit Ammonites psilonotus; 2) darüber: Wechsel von mergeligen Sandsteinen und blauem, mergeligem Thon mit Amm. angulatus und Cardinia concinna; 3) dann: dunkle Mergelkalksteine mit Gryphaea arcuata. **b. Angulatenschichten,** vorzüglich Sandstein mit Ammon. angulatus und Cardinia. **c. Arietenkalk:** mit Amm. Bucklandi, Conybeari, Gryphaea arcuata, Lima gigantea und Pentacrinus tuberculatus.	Harter, grobkörniger, kalkiger Sandstein mit Gryphaea arcuata, Ammon. Bucklandi und Cardinia.	**I. Vorherrschend Thon und Kalksteine.** a. Zone des Amm. planorbis. Hellgrauer Kalkstein, darüber blauer Thon mit grauen Kalkbänken. b. Zone des Amm. angulatus nur wenig entwickelt. c. Zone des Amm. Bucklandi u. Gryphaea arcuata, ganz ähnlich wie in Schwaben, namentlich bei Lyme Regis und bei Bath in Wiltshire. d. Zone des Pent. tuberculatus. — Bituminöse Schiefer, reich an Saurier- (Ichthyosaurus-) und Fischresten. e. Z. des Am. obtusus, wie in Schwaben. f. Z. des Am. raricostatus. Aus Thon bestehend.	1) Gelblichgrauer, etwas sandiger, gefleckter Kalkstein (Schichten von Schambelen od. von Salins) 1,5 M mit Cardinia concinna, Lima gigantea, Am. planorbis und angulatus. 2) Schwärzlichblauer, thoniger Kalk (Kalkstein von Blegny) 1,5 M. — Mit Pent. tuberculatus; Terebr. cornuta; Spirifer Walcotti; Gryphaea arcuata; Am. Bucklandi und Conybeari. 3) Bläulichgraue Mergel u. rauchgraue Kalksteine (Mergel v. Balingen). — 10,5 M. — Pentacr. scalaris; Terebr. numismalis; Am. oxynotus, planicostata, raricostatus.
lias β.	Zuunterst: Mergel, dann Schieferthone, Kalksteinbänke u. darüber Thone mit Amm. Turneri, Amm. raricostatus und Am. planicostata.			
lias γ.	1) Aschgraue, rothfleckige Mergel mit Terebrat. numismalis, Rhynch. rimosa u. Pentacrinus basaltiformis; 2) Kalkbänke mit Amm. Davoei, brevispina, Jamesoni und Am. lineatus	1) Lichte, mergelige Kalksteine mit Gryphaea cymbium; Amm. natrix, Valdani u. ibex; Terebr. vicinalis. (Bei Aschbach);	**II. Hellfarbige Mergel.** g. Zone des Amm. Jamesoni in Yorkshire und Dorsetshire. h. Z. des Am. ibex bei Cheltenham in Gloucestershire und bei Lyme Regis in Dorsetshire. i. Z. des Am. marginatus bei Lyme Regis. k. Obere Zone des Am. margar. Graue Thone, Steinmergel u. Kalksteine bei Lyme Regis, Ilminster und Yorkshire. l. Z. d. Am. spinatus mit Gryph. cymbium.	1) Bläuliche, gelblich verwitternde Thonkalksteine und Thone (Schwäbische Mergel) mit zahlreichen Belemniten; Am. Davoei und fimbriatus. 2) Mergel v. Cernans: 6 M. — Lima Hermanni, Belemnites paxillosus, Amm. spinatus
lias δ.	1) Fette Thone mit Pyrit- u. Eisensteinknollen und Amm. amaltheus; 2) Kalkstein mit Am. costatus und capricornus.	2) Dunkelblaue Thone mit Am. costatus und amaltheus. (Bei Banz)		
lias ε.	Bitumen- u. kiesreiche Mergelschiefer mit Posidonomya Bronni; Am. lythensis, communis, bifrons; Loligo Bollensis, Belemn. digitalis und acuarius.	1) Posidonienschiefer mit Pos. Bronni; Avicula substriata, Am. subarmatus u. heterophyllus. — Saurier. Fische.	**III. Bituminöse Schiefer.** m. Zone der Pos. Bronni. — Im Süden namentlich gelbe Sande, weiter nördlich Thone und in Yorkshire Posidonomyenschiefer. n. Z. d. Am. ornatus. Oolithischer Kalkmergel bei Ilminster, in Somersetshire und bei Frocester in Gloucestershire.	1) Schiefer von Boll: 2 M. mit Posid. Bronni. 2) Bläulichgraue Mergel von Pinperdu: 15 M. mit Belemnites digitalis, Am. mucronatus, serpentinus, radians, jurensis und insignis. 3) Mergel v. Aresche mit Am. Aalensis und Opalinus. (Nach Marcou).
lias ζ.	Aschgraue Kalkmergel (Jurensismergel) mit Amm. jurensis, radians u. insignis; Belemnites digitalis; Nucula jurensis. (Nach Quenstedt).	2) Graugelbe Thone oder Mergel mit Am. radians, jurensis; Belemn. digitalis und acuarius. (Nach Fraas).		

§. 372. **Oberflächengeſtalt des Liasgebietes und Verbreitung.** — Wie ſchon im §. 369 angedeutet worden iſt, ſo bilden die Ablagerungen der Liasformation eine bald ſchmälere, bald breitere Landeszone zwiſchen dem Keuper und dem braunen oder auch weißen Jura. Da, wo nun die Schichtmaſſen dieſer Zone nicht durch äußere Störungen aus ihrer normalen Ablagerungsweiſe verſchoben worden, und wo ſie nur durch den Trockenlegungs- und Austrocknungsproceß in einzelne Landesſchollen zerriſſen worden ſind, bildet das Liasgebiet im Allgemeinen theils ſanft anſteigende, wagerechte oder flachmuldenförmige, niedere Terraſſen, theils auch aus den Flußthälern ſchroff aufſteigende Tafelberge mit horizontal lagernden Schichten, welche in den erſten Zeiträumen nach ihrer Entſtehung ein zuſammenhängendes, weit ausgedehntes und nur durch Querſpalten zertheiltes Plateau bildeten, gegenwärtig aber in Folge der unaufhörlich auf ihre Spaltungswände einwirkenden Atmoſphärilien als einzeln aus ihrer flachen Umgebung gruppenweiſe aufſteigende, Felsſtaffeln oder „Staffelſteine" hervortreten. Anders aber zeigt ſich das Oberflächengebiet des Lias da, wo die Ablagerungen des letzteren zugleich mit den, unter ihnen lagernden, Triasgebilden auf die mannichfachſte Weiſe gehoben, verſchoben und aus einander geriſſen worden ſind. Schon da, wo die Liasſchichten dem Keuper angelagert erſcheinen, zeigen ſie ſich unter den gewöhnlichen Verhältniſſen mehr oder weniger aufgerichtet und an den Keuperablagerungen in die Höhe geſchoben; noch mehr aber zeigen ſich die Liasgebilde gebogen und in einzelne, inſelförmig dem Keuper aufſitzende, Kuppen oder auch Sattelmaſſen zertheilt, wo ſie in ganz gleichförmiger Weiſe mit ihrer triaſiſchen Unterlage alle die Hebungen und Verſchiebungen erlitten haben, welche auch die Trias durchgemacht hat. Großartig treten dieſe Verſchiebungen und Zerſtückelungen des Lias in den bayeriſchen Kalkalpen hervor, wo ſeine Maſſen häufig in einzelne, oft weit von einander liegende, Schollen zerriſſen ſind, welche dann ſammt den ihnen auflagernden Juraſchichten die Gipfel der einzelnen Keuperberge krönen. Die, aus Gümbel's ſchon genanntem Muſterwerke entlehnten, Profile (Fig. 302) und (Fig. 283 auf S. 988) zeigen dieſes zur Genüge.

Fig. 302.
Gebirgsrücken an der Stümpflingsalpe.
k_1: Hauptdolomit, k_2: Plattenkalk deſſelben, k_3: oberer Muſchelkeuper, k_4: Dachſteinkalk. — l_1: unterer und mittlerer, l_2: oberer Lias. — 1: oberer Jura.

Was nun die Verbreitungsbezirke der Liasformation betrifft, ſo ſind in Europa hauptſächlich folgende Gebiete zu erwähnen:

§. 372.

a. in **Deutschland**
   1) in den nördlichen Kalkalpen fast überall inselförmig auf den Keupergebieten auftretend, so im Gebiete des Lech, der Isar, Saale, Salze und Ens;
   2) in Schwaben die ganze Westseite des schwäbischen Jura einfassend. Im schwäbischen Jura am vollständigsten entwickelt und am reichsten an Organismenresten (Umgegend von Stuttgart, Boll, Ohmden, Holzmaden, Reutlingen im Fleins u. s. w.);
   3) in Franken vom Thale der Altmühl an immer an der Westseite des fränkischen Jura hin bis über Banz hinaus und dann um den Nordabfall des Jura herum ins Thal des rothen Mains bis in die Gegend von Amberg ziehend und so eine Vorterrasse um den braunen und weißen Jura bildend (namentlich die Umgegend von Banz, wo der obere Lias mit zahlreichen Fisch- und Saurierresten entwickelt ist, und Amberg bei Aschach, wo der Kalkstein des mittleren Lias voll Versteinerungen ist);
   4) in Thüringen, wo im nordwestlichen Vorlande des Gebirges ein kleines Liasgebiet auf dem Keuper zunächst am Seeberg bei Gotha und dann bei Eisenach im und am Moseberg, am Wadenberg und am Schlierberg bei Krauthausen lagert, welches aber zum Theil ganz zerstückelt erscheint und nur den unteren und mittleren Lias noch entwickelt zeigt;
   5) im nordwestlichen Deutschland (Hannover und Braunschweig), wo der Lias zahlreiche langgezogene Inseln bildet, so zunächst im Leinethal bei Göttingen, dann westwärts von Hildesheim, weiter zwischen Göttingen, Oesselse und Wirringen, weiter südwestlich von Hannover bei Empelde und Badenstedt, weiter südwärts vom Deister zwischen Elbagsen und Springe, endlich am Rande des Teutoburger Waldes u. s. w.;

b. in **Frankreich**. In diesem Gebiete bildet der Lias zuerst einen Saum am Westabhange der Alpen, welcher vom Thale der Remanche an nordwärts bis in die Umgebung des Genfer Sees zieht, dann weiter eine Vorterrasse, welche an der Westseite des Juragebirges vom Rhonethale an nordwärts (über Salins, in dessen Umgebung bei Blechny, Cernans und der Pinperdu-Schlucht alle Abtheilungen des Lias charakteristisch entwickelt sind) bis fast ins Saonegebiet; endlich eine weitausgedehnte Terrasse, welche sich vom Maasthal an der Westseite der Vogesentrias ohne Unterbrechung nordwärts über Nancy, Metz, Luxemburg, Sedan bis Mezières zieht. Außer diesem östlichen Hauptzuge bildet nun der Lias auch noch vom Cote d'Or aus einerseits einen westwärts über Avallon, Nevers bis Niort und andererseits einen südwärts über Lyon bis Privas ziehenden und sich dann um die Sevennen biegenden Gürtel fast rings um das granitische Centralplateau Frankreichs. Endlich tritt der Lias noch öfters inselförmig z. B. in der Normandie (bei Bayeux und Valogne) auf;

c. in **England** endlich beginnt an der Südküste bei dem, an Liasversteinerungen reichen, Lyme-Regis in Dorsetshire anfangs zwischen

Kreide und Dogger, dann weiter nördlich zwiſchen dieſem letzteren und dem Keupergebiete ein Liaszug, welcher ununterbrochen nordwärts durch ganz England bis an die Nordoſtküſte in Yorkſhire ſtreicht und namentlich in der Grafſchaft Yorkſhire und in Lincolnſhire ſehr vollſtändig entwickelt iſt.

b. Die Dogger- oder braune Juraformation.

(In England Lower- oder Unteroolith, zu welchem die in einzelnen Localitäten vorkommenden Ablagerungen der Fullersearth, Stonesfield-slate, Bradford-clay, Forestmarble, Cornbrash und Kelloway-rock gehören. — In Frankreich Bayeuxformation (?) oder nach Alcide d'Orbigny die Etage bajocien, bathonien und calovien. — In Deutſchland nach L. v. Buch brauner Jura).

§. 373. **Ablagerungsgebiet, Mächtigkeit und Hauptglieder.** — Die Formation des braunen Jura, welche bei normaler Ablagerung über dem ſchwarzen und unter dem weißen Jura lagert und bei vollſtändiger Entwickelung eine Mächtigkeit von 1000—1200 Fuß (350—400 Meter) beſitzt, zeigt zwar in den verſchiedenen Gebieten ihres Vorkommens häufig ſehr verſchiedenartige Glieder; im Allgemeinen jedoch ſind **Sandſteine, fette Thone, Schieferthone, Mergel, Kalkſteine** und außer ihnen auch noch wenigſtens an mehreren Orten **Kalk-Rogenſteine** und **Eiſenoolithe** als ihre Hauptablagerungsmaſſen zu betrachten.

Ueber dieſe Hauptglieder iſt hier nun noch Folgendes zu bemerken:

1) Die Sandſteine, welche theils unmittelbar auf dem Lias lagern, theils von ihm durch Thon- oder Schieferthonlagen getrennt erſcheinen, ſind in der Regel feinkörnig und weich bis mürbe, der Beſchaffenheit ihres Bindemittels und der Farbe nach aber ſehr verſchieden. Das Bindemittel der einen iſt thonig oder mergelig, das der anderen kalkig oder auch kieſelig, das der dritten endlich ſo von Eiſenoxydhydrat durchdrungen, daß die ganze Sandſteinmaſſe einem ſandigen, braunen Thoneiſenſteine gleicht und oft wirklich viel Aehnlichkeit mit dem, als Ortſtein bekannten, Raſeneiſenſteine hat, zumal da ſie auch, wie dieſer letztere, im friſchen Zuſtande ganz weich iſt und an der Luft erhärtet. Außerdem giebt es auch Sandſteine, deren kieſelig-thoniges Bindemittel ſo von Kohlentheilchen durchdrungen iſt, daß ſie dunkelgrau oder ſchwarz gefärbt erſcheinen. Ueberhaupt üben die dem Bindemittel beigemengten Subſtanzen einen großen Einfluß auf die Färbung und Feſtigkeit der Sandſteine aus; dem gemäß alſo die gemeinthonigen Sandſteine theils bläulichgrau oder graulichockergelb, die mergel- oder kalkhaltigen meiſt grau bis weiß, die von Eiſenoxydhydrat durchdrungenen ockergelb, gelbbraun bis braun, die glaukonithaltigen grünlich gefärbt erſcheinen. Unter allen dieſen Sandſtein-Abänderungen ſind die thonigen oder mergeligen und die eiſenſchüſſigen, ockergelben oder braunen am weiteſten verbreitet. Die erſteren, welche nicht ſelten auch Neſter und kleine Lager von kugelig-körnigem oder oolithiſchem Brauneiſenerz umſchließen, bilden meiſtens die unterſte

Lage des braunen Jura; die eisenschüssigen Sandsteine aber, welche §. 373.
Phillips „Dogger" nennt und welche der ganzen Formation den Namen des braunen Jura oder der Doggerformation verliehen haben, sind namentlich in Franken und Schwaben sehr stark entwickelt. Diese letztgenannten Sandsteine machen ihrer ganzen Beschaffenheit nach den Eindruck von urweltlichen Rasen-, Moraſt- oder Seeeisenerzen, welche sich in schlammigen Busen durch den Einfluß von Eisenlösung führenden Quell- oder Landgewässern gebildet haben. Durch diese, Eisencarbonat oder quellsaures Eisenoxyd führenden, Gewässer nemlich wurden nicht nur die Thon-, sondern auch die Sandablagerungen in den Meerbusen durchdrungen. Hierdurch entstanden dreierlei Massen, nemlich:

a. aus dem Thonschlamme allein eisenschüssiger Thon oder thoniger Brauneisenstein;
b. aus dem mit feinem Sand untermengten Thone oder Lehm eisenschüssiger oder brauner Eisensandstein;
c. aus dem Sande allein eine lose Aggregation von Sandkörnern, deren jedes von mehr oder weniger viel concentrischen Eisenoxydhydratschalen umhüllt war. Diese Aggregationen sind es, welche das Material einerseits zu den oolithischen Eisenerzen und andererseits zu den eigentlichen Eisenoolithen geliefert haben. Blieben die einzelnen, gewöhnlich $^1/_8$ bis $^1/_{10}$ Linien großen und ein kleines Quarzkörnchen oder auch ein Thonkrümchen umschließenden, meist linsenförmigen und dunkelbraunrothen Eisenkörnchen unverbunden, so bildeten sie die oolithischen oder schießpulverförmigen Eisenerze; wurden dagegen die einzelnen Eisenkörner durch ein später zwischen sie einsinterndes Eisenbindemittel unter einander verkittet, so bildeten sie je nach der Beschaffenheit ihrer Körner theils Eisensandsteine, theils Eisenrogensteine (vgl. hierzu §. 68 und 70, wo schon die Bildung dieser Eisenerze besprochen worden ist). Von diesen eigentlichen Eisenrogensteinen sind nun aber wieder zu unterscheiden die Kalkrogensteine, deren Oolithkörner aus einem eisenoxydhaltigen und darum braungefärbten Kalksteine bestehen, und welche man ebenfalls Eisenoolithe genannt hat, aber wohl richtiger Eisenkalkoolithe nennen sollte.

2) Die Schieferthone und Thone bilden sowohl in der unteren, wie in der oberen Etage des braunen Jura sehr bedeutende Ablagerungen, treten aber auch in untergeordneten Schichten und Lagen theils zwischen den Sandsteinen, theils zwischen den Kalksteinen auf. — Die Thone sind gewöhnlich fett, zäh, klebrig und heller oder dunkler bläulichgrau, bisweilen aber auch ockergelb, braun oder roth und grün gefleckt. Sie saugen zum Theil sehr begierig Fett und Oel in sich auf und werden darum häufig als Walkerde (Fullers-earth) zum Entfetten wollener Zeuge benutzt. — Die Thonablagerungen sind sehr häufig reich an wohl erhaltenen und gewöhnlich durch Eisenkies versteinten Petrefacten und enthalten außerdem auch oft Krystalle und Knollen

§. 373. von Eiſenkies, Kugeln von Sphäroſiderit und ſchöne, von einem Kalkſpathnetz durchzogene, Septarien. Durch reichliche Aufnahme von Kalkcarbonat werden ſie zu Mergel und Mergelſchiefer, welche beide oft in bedeutenden Ablagerungsmaſſen auftreten.

Zu den Abarten der Thone gehören außer der ſchon genannten Fullers-earth auch der, in Wiltſhire in der unteren Doggerformation als Theil des Groß-Oolith (Great Oolite) mit einer Mächtigkeit von 60 Fuß auftretende Bradford-clay.

3) Die Kalkſteine ſind bald dicht oder kleinkryſtalliniſch, bald oolithiſch; bald rein, bald thonig; bald hellfarbig, bald dunkelgrau; bald in Bänke, bald in Platten und dünne Schichten oder in Schiefer abgetheilt. — Manche der hierher gehörigen Kalkſteine enthalten ſoviel verſteinte, wohl erhaltene und auch zerſtückelte Conchylien (Ammoniten und Muſcheln), daß ſie wie Conchylien-Conglomerate, welche ein kalkiges Bindemittel haben, ausſehen, ſo der ſogenannte Lumachellkalkſtein, der Foreſtmarble, welcher ausgezeichnet im Whichwoodforſte in Oxfordſhire vorkommt, und der Kellowayrock, welcher bei Kelloway in Wiltſhire und in Yorkſhire auftritt und faſt nur aus Ammoniten (namentlich Ammonites anceps, Amm. Calloviensis, Jason und macrocephalus) beſteht. Andere dieſer Kalkſteine beſtehen faſt nur aus kalkſpathigen Krinoidengliedern (Krinoidenkalkſteine); endlich giebt es auch in dem mittleren Dogger mächtige Kalkſteinbänke, deren Maſſe faſt ganz erfüllt iſt mit Korallen, namentlich mit Aſträen, Caryophyllien und Mäandrinen, ſo daß ſie durch Kalk verſteinte Korallenriffe darſtellen, wie es z. B. bei dem Korallenkalk oder Coral-Rag im mittleren Dogger in Wiltſhire, Berkſhire und Yorkſhire der Fall iſt.

Außer dieſen Abarten des Kalkſteines treten nun noch dichte, faſt kreideähnliche und oolithiſche Kalkſteine oft in bedeutender Mächtigkeit auf. Unter den letztgenannten oolithiſchen Kalkſteinen giebt es jedoch zweierlei Arten, nemlich:

a. den braunen oder Eiſenoolith, welcher in der unteren und oberen Etage des Doggers auftritt und, wie oben ſchon bemerkt worden iſt, ockergelbe oder braune Kalkkügelchen enthält; und

b. den weißen Oolith, zu welchem der Great Oolite Englands gehört, welcher namentlich in dem unteren Dogger der Umgebung von Bath (daher Bath-Oolith) mächtig entwickelt auftritt und nach unten bei Stonesfield in Oxfordſhire in einen ebenplattigen Kalkſchiefer übergeht, welcher reich an Abdrücken von Farnen, Cycadeen, Inſekten iſt, auch häufig Reſte nicht nur von Pterodactylus, ſondern auch von Kinnladen beutelthierartiger Säugethiere (Amphitherium und Phascolotherium) enthält und als Stonesfieldslate bekannt iſt. — Die Rogenkörner des weißen Oolithes ſind in der Regel weiß, 0,5 — 2 Linien groß, kugelig und beſtehen zum Theil aus abgeriebenen Conchylienſtückchen oder auch aus Foraminiferen, öfter aber aus concentriſchſchaligen Kalkkörnern; die Grundmaſſe des Oolithes aber iſt ver-

schieden grau bis weißlich. Nimmt diese letztere an Menge und die Größe der Körner ab, so wird der gewöhnlich dickschiefrige Oolith dünnschichtig, plattenförmig und schiefrig.

4) Sowohl mit dem Kalksteine des mittleren, wie mit den Sandsteinen des unteren Doggers, namentlich in Frankreich, kommt auch ein theils ungeschichteter, klippiger, höhlenreicher, theils regelmäßig geschichteter, feinkörniger und poröser Dolomit vor, so z. B. im südlichen Frankreich am Ufer des Aveyron bei Bruniquel und bei Ruffigny in der Umgegend von Poitiers.

Außer den eben kurz beschriebenen Hauptgliedern des Doggers kommen nun auch noch Einlagerungen von den oben schon bei der Beschreibung der Sandsteine angegebenen Pulvereisenerzen oder oolithischen Eisenerzen, von Sphärosideriten und Thoneisensteinnieren, sowie Nester und Flötze von Steinkohlen vor.

1) Die Pulvereisenerze bilden namentlich zwischen den Sandsteinen und Thonen des unteren Doggers, in Würtemberg aber auch in den oberen Regionen mehr oder minder bedeutende Ablagerungen, so nach Quenstedt bei Aalen, wo 5 Flötze derselben vorkommen, von denen das unterste 7 Fuß mächtig ist.

2) Nieren von Sphärosiderit und Thoneisenstein treten hauptsächlich in dem unteren Dogger zwischen den Thon- und Schieferthon-Ablagerungen auf und bilden nicht selten 1—2 Fuß mächtige und ausgedehnte Lager, so in Würtemberg, aber noch mehr in Oberschlesien zwischen Woischnik und Kreuzburg.

3) Endlich kommen im Gebiete des Sandsteins des unteren Doggers vieler Juradistricte, so in Yorkshire bei Brora und auf Skye, in Portugal, in Polen, Rußland, Sibirien, Ostindien und Australien, auch Steinkohlenflötze vor, deren Kohlen Al. Brogniart Stibit nannte und für ein Verkohlungsproduct von Cycadeen hielt.

Nach D. Sharpe lagern z. B. in dem unteren Dogger am Cap Mondejo in Portugal 6 Kohlenflötze von durchschnittlich 10 Fuß Mächtigkeit. Auch in Oberschlesien kommen nach Göppert schwache Kohlenflötze vor.

Organismenreste im Dogger. — Im Allgemeinen waren wohl die Lebensverhältnisse in der Doggerperiode für das Thier- und Pflanzenreich ziemlich dieselben, wie zur Zeit der Liasbildungen; im Besonderen aber waren die Bildungsräume für die Reiche der Organismen in mancher Beziehung anders geworden. Viele der ehemaligen Meeresbusen, namentlich in den Binnenseen waren durch den Thon- und Sandschlamm, welchen die Landgewässer in ihre Räume führten, so verschlammt und ausgefüllt worden, daß nur noch Sumpf bewohnende Conchylien, aber keine eigentlichen Meeresthiere mehr in ihnen leben konnten, ja daß zuletzt in ihren Gebieten sich ein Moraſt- und Sumpfboden bildete, auf welchem sich eine üppige Vegetation von Farnen (namentlich aus den Gattungen Neuropteris, Sphenopteris, Taeniopteris, Pecopteris u. s. w.), Equiseten (Equisetites lateralis Ung., Calamites Lehmannianus Göpp.), Lycopodiaceen (Lycopodites falcatus Lindl.), Cycadeen (namentlich aus §. 374.

§. 374. den Geſchlechtern Zamites (z. B. Zamites lanceolatus Morr.) und Pterophyllum (z. B. Pt. Carnalianum Göpp. und Pt. pecten Lindl.), echten Coniferen (z. B. Pinites primaevus Endl.), ja hie und da auch ſchon von Pandaneen (z. B. Podocaria Bucklandi Ung. in Dorſetſhire) und Liliaceen (z. B. Bucklandia squamosa Brong. in Stonesfield) — kurz, eine ſo reichliche Vegetation entwickelte, daß ſich aus ihr Steinkohlenflötze erzeugen konnten, wie es in der unteren Etage des, aus Schieferthon und Sandſtein beſtehenden, Doggers von Yorkſhire, Oberſchleſien, Polen, Rußland, Sibirien u. ſ. w. wirklich der Fall iſt.

Anders iſt es mit dem Reiche der Thiere in der Doggerzeit. Sieht man zunächſt von einigen, Brack- und Schlammwaſſer bewohnenden, Sauriern, ſo vom Megalosaurus Bucklandi Mant. aus den engliſchen Cornbraſh- und Stonesfieldſchiefern, — ſodann von den Inſekten im Kalkſchiefer von Stonesfield; — endlich von den Säugethierreſten im Kalkſchiefer von Stonesfield, welche merkwürdig genug einigen Beutelthier- oder Didelphys-Arten [nach Owen dem Amphitherium Prevostii und Phascolotherium Bucklandi (Fig. 303)] angehören; — kurz, ſieht man von dieſen theils dem Schlammwaſſer, theils dem Uferlande von Brackwaſſerbuſen angehörigen Thierreſten ab, ſo ſind es vorherrſchend Meeresbewohner, welche ſich in der Doggerzeit zahlreich und mannichfaltig entwickelten. — Wie nun ſchon aus den, bei der Gliederung des Doggers angegebenen, Leitfoſſilien zu erſehen iſt, ſo ſpielen in der Doggerzeit, ähnlich wie im Lias, die Ammoniten und Belemniten durch Menge und Mannichfaltigkeit die wichtigſte Rolle; ihnen ſchließen ſich an die Gaſteropoden, von denen hauptſächlich die Terebrateln (— Terebratula lagenalis, Terebratula digona (Fig. 304), Terebratula spinosa (Fig. 305), Terebratula vicinalis und Terebratula bullata —) und Rhynchonellen (Rhynchonella varians) (Fig. 306) ſich durch Artenreichthum und Menge auszeichnen, während die Spirifer-Arten ganz fehlen. Nächſt den

Fig. 303. Phascolotherium Bucklandi Ow.
Unterkiefer in doppelter Größe, Vorderzähne 4, deren erſter hier fehlt; Eckzähne 1; Lückenzähne 3; Backenzähne 4.

Fig. 304.
Terebratula digona.

Fig. 305.
Terebratula spinosa.

Fig. 306.
Rhynchonella varians.

§. 374.

Brachiopoden erscheinen auch stark entwickelt die Muschelthiere (Conchiferen), von denen vorzüglich die austerartigen Ostreen (Ostrea Marshi Sow. (Fig. 307), Ostrea costata Sow., Ostrea acuminata Sow. und Ostrea explanata Goldf.), die Pecten-Arten (— Pecten lens Sow. und Pecten personatus Bronn (Fig. 308) —), die Trigonien (Trigonia navis Lam. (Fig. 309), Trigonia costata Park, Trigonia interlaevigata —), Nucula Hammeri Defr., Astarte pulla Röm. (Fig. 310), Pholadomya Murchisoni Sow. zu bemerken sind. Dagegen waren in der Doggerzeit die Gasteropoden weit weniger vorhanden; unter ihnen treten am meisten hervor Pleurotamarien (Pleurotomaria conoidea Desh., Pl. ornata).

Fig. 307.
Ostrea Marshi Sow.

Fig. 308.
Pecten personatus.

Von den Echinodermen treten zwar die im Lias so häufigen Pentacriniten sehr zurück; aber dafür kommt in Bradfort der Apiocrinus Parkinsoni Orb. häufig vor. Außerdem machen sich die Echiniten, so namentlich der Nucleolites clunicularis Phill. (Fig. 311), der Holectypus depressus Ag. und der Clypeus patella Ag. in manchen Dogger-Gebieten recht bemerklich. — Ferner kommen riff-

Fig. 310.
Verschiedene Dogger-Petrefacten.

1 Trigonia angulata Sow. Die Gattung zeichnet sich durch dreieckige Form und eine schildförmige hintere Fläche aus, und die abgebildete besonders durch die eigenthümliche Biegung der untern Höckerreihe, so wie durch die starken Knoten beiderseits der schildförmigen Fläche.
2 u. 3 Astarte pulla Röm. Die kleine Astarte.
4 Ostrea acuminata Sow.
5 u. 6 Ostrea costata Sow. Die gerippte Auster hat eine schief-eiförmige Schale; die Oberklappe ist flach, die Unterklappe stark gewölbt und mit feinen, zweitheiligen Längsstreifen.

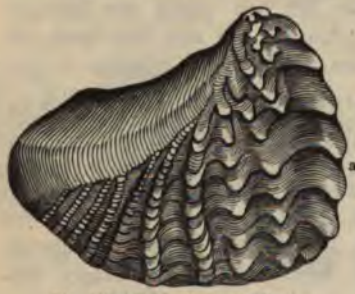


Fig. 309. Trigonia navis Bronn.
Die Seitenansicht zeigt die dreiseitige, mit Knotenreihen bedeckte Schale, welche an der Vorderfläche a scharf abgestumpft ist.

Fig. 311. Nucleolites clunicularis. Queransicht.

bauende Korallen in manchen Gebieten (z. B. in Frankreich [im Calvados], in England, auch in Schwaben) in ſo ſtarker Entwickelung vor, daß ſie mächtige Kalkſtein-Ablagerungen faſt ganz erfüllen. — Die Claſſe der Gliederthiere aber zeigt außer den ſchon genannten, Ufer bewohnenden, Stonesfield-Inſekten nur Krebſe, von denen jedoch einige Arten, ſo namentlich Eumorphia gracilis Meyer, die oberen Lagen des würtembergiſchen Doggers ſo erfüllt, daß ſie Quenſtedt Krebsſchichten nennt. Endlich gab es in der Doggerzeit auch Fiſche aus den Familien der Ganoiden und Placoiden, wie die zahlreichen Ueberreſte derſelben, z. B. von Pycnodus Bucklandi bei Stonesfield beweiſen. Dagegen treten die Meeresſaurier ſehr zurück, da man bis jetzt nur einzelne Skelettheile derſelben, namentlich Wirbel von Ichthyoſauren und Pleſioſauren, gefunden hat.

Nach allem eben Mitgetheilten erſcheint die Thierwelt des Doggers der des Lias ſehr ähnlich, ſo daß man ſie für eine unmittelbare Fortſetzung der letzteren halten kann. Trotzdem aber bemerkt man im Dogger ſchon eine Abnahme mancher im Lias mit großer Macht auftretenden Thierfamilien, ſo der Pentacriniten und Gryphaeen, außerdem auch noch der gewaltigen Meeresſaurier; ja manche Liasgeſchlechter fehlen ſogar im Dogger, ſo die Spiriſer- und Cardinia-Arten. Dafür treten aber im Dogger entweder zahlreichere neue Arten von ſchon vorhandenen Liasgeſchlechtern, — ſo von Belemniten, Terebrateln, Rhynchonellen, Trigonien — oder ganz neue Claſſen, ſo Korallen, Inſekten und Landſäugethiere auf. Dieſe Landſäugethiere aber waren ihrem Gebiſſe nach Raubthiere und nährten ſich dem gemäß von Thieren; wohin ſind nun aber dieſe letzteren gekommen, da man von ihnen bis jetzt noch nirgends eine Spur gefunden hat?

Bemerkung: Die Oberflächengeſtaltung und Verbreitung des Doggers wird erſt im §. 379 zugleich mit der Verbreitung des oberen oder weißen Juras näher angegeben, da dieſe beiden Formationen in der Regel zuſammen auftreten, ſo daß die Dogger-Ablagerungen als eine gewöhnlich ſchmale Vorlandsſtufe unter ſteil anſteigenden Wallbergen des oberen Jura hervortreten.

§. 375. **Gliederung der Doggerformation.** — Die im vorigen Paragraph beſchriebenen Hauptglieder des Doggers laſſen ſich in drei Etagen vertheilen, deren jede dann wieder je nach den in ihnen vorherrſchenden Organismenreſten in mehrere Stufen oder Zonen zerfällt.

Im Allgemeinen laſſen ſich dieſe Etagen und Zonen in folgender Weiſe charakteriſiren:

I. Unterer Dogger oder **unterer brauner Jura** (in England: Lower Oolite; in Frankreich: Etage bajocien). Diese Etage enthält von unten nach oben: §. 375.

in **Deutschland** (Schwaben).	in **England** (südliches und mittleres).	in **Frankreich.**
α. **Dunkelgraue Thone** und **Schieferthone** mit Nieren von Tutenkalk u. Thoneisenstein; in ihren oberen Lagen glimmerreich und mit Knollen von dunkelgrauem Kalkmergel (Opalinusknollen), welche von weißen Conchylien strotzen. Bezeichnend sind für diese Zone: Ammonites opalinus Rein. (Fig. 312). Ammonites torulosus Schübl. Trigonia navis Lam. (Fig. 309 auf S. 1015). Nucula Hammeri Defr. Astarte opalina Quenst. Lucina plana Ziet.	**a. Inferior Oolite:** Sand und Sandsteine (zum Theil mit Liaspetrefacten) mit oolithischem Eisenerz; darüber oolithischer Kalkstein. Er zerfällt von unten nach oben (α. in die Zone des Am. Murchisoni), β. in die Zone des Am. Humphresianus, γ. in die Zone des Am. Parkinsoni.	**a. Oolithe ferrugineux:** Thonablagerungen mit Am. torulosus im Bas-Rhin (Uhrweiler) oder oolithisches Eisenerz im Dep. der Isère. — Darüber Kalksteine in der Bourgogne.
β. **Ockergelbe** oder **gelbbraune Sandsteine, oolithische Eisenerze** und **dichter Thoneisenstein,** hie und da statt der Sandsteine grauer, glimmerig-sandiger Mergel. — Bezeichnend sind Am. Murchisoni (Fig. 313), Pecten personatus (Fig. 308 auf S. 1015) und pumilus, Trigonia striata und costata.	**b. Bathoolith** oder **Great-Oolite** (Großoolith): Oolithischer Kalkstein, über welchem der Bradford-clay, der Forest-marble und Cornbrash lagert, während über ihm der Stonesfield-slate auftritt. Am. Humphresianus, Belemn. giganteus; vor allen aber Terebr. digona (Fig. 304 auf S. 1014). Im Forest-marble und Cornbrash Terebr. lagenalis, Am. discus, Belemn. canaliculatus (Fig. 314), Ostrea Marshi (Fig. 307 auf S. 1015). Im Norden, namentlich in Yorkshire, verdrängen Sandsteine mit Pflanzenresten und Kohlenflötzen den Großoolith.	**b. Kalksteine** bei Longwy, in Bourgogne u. am Mont d'Or lyonnais mit Am. Murchisoni, Belemnit. spinatus, Pecten pumilus.

Fig. 312.
Ammonites opalinus Rein.

Fig. 313.
Ammonites Murchisoni.

Fig. 314. Belemnites canaliculatus v. Schl.

a Querschnitt, fast kreisrund, zeigt den strahligen Bau, die Höhlung für den Kern (Alveole) und den Ausschnitt, welcher bei

b der verlängert-spindelförmigen Scheide die fast bis zur Spitze fortlaufende Längsrinne (Bauchfurche) bildet.

§. 375. **II. Mittlerer Dogger** (Middle Oolite; — Etage bathonien).

Dieſe Etage enthält von unten nach oben:

in **Deutſchland** (Schwaben).	in **England** (im größten Theile).	in **Frankreich.**
γ. Schwarzer **Letten** und **Schieferthon** mit Ammonites Sowerbyi; darüber bläulichgrauer Kalkſtein. Bezeichnend ſind: Ammonites Humphresianus (Fig. 315) und Ammonites Sowerbyi; Pecten demissus Goldf.; Cucullaea oblonga; Turritella muricata. Fig. 315. Ammonites Humphresianus.	**c. Kellowayrock** und **Oxfordclay.** Von Weymouth bis nach Scarborough bläulichgrauer Oxfordthon, welcher auf dem an Ammoniten reichen Kellowayrock lagert.	**c. Oolithiſche Kalkſteine u. Thon** bei Caen und Ranville im Dep. Calvados und im Dep. der Sarthe, mit Terebratula digona. Darüber: Mergeliger Kalkſtein und dunkelgrauer Oolith bei Boulogne, im Dep. de l'Aisne und im Calvados. Mit Terebratula lagenalis, Ostrea Marshi, Belemnites giganteus, Ammonites Humphresianus.
δ. Zuunterſt: **Thonablagerung mit Belemnites giganteus;** — darüber mergelige Kalkſteinbänke mit Ostrea Marshi, cristagalli und eduliformis; zuoberſt gelblicher oolithiſcher Kalkſtein. — Bezeichnend ſind: Ammonites Murchisoni, Ammonites Humphresianus, Belemnites giganteus, die ſchon genannten Oſtrea-Arten, Pleurotomaria ornata.	**d. Coralrag** und **Calcareous-grit.** — Zuunterſt ockergelber, kalkhaltiger Sand mit verſteinerungsreichen Sandſteinnieren; darüber der eigentliche, oft nur aus Korallen beſtehende Coralrag. Zuoberſt dichter, oft oolithiſcher, gelblichweißer, an Conchylienreſten reicher Kalkſtein.	

III. Oberer Dogger (Upper Oolite; Etage callovien). §. 375.

Diese Etage enthält von unten nach oben:

in **Deutschland** (Schwaben).	in **England** (Berkshire, Wiltshire).	in **Frankreich.**
ε. Schwarze **Thone** mit Pyritknollen und verkiesten Ammoniten; über ihnen braunoolithische, gelbverwitternde, im frischen Zustande bläulichgraue Kalksteine mit Ammon. Parkinsoni (Fig 316). Darüber wieder dunkelgrauer Thon mit Dentalium Parkinsoni und zahlreichen kleinen Posidonomya; zuoberst wieder mit braunoolithischem Kalksteine mit Am. macrocephalus. — Außerdem sind bezeichnend: Belemnites giganteus und canaliculatus und Terebratula bullata.	e. **Kimmeridgeclay:** Dunkelblaugrauer **Thon** mit Ostrea deltoidea und Exogyra virgula; außerdem mit Eisenkiesen und Gypskrystallen.	Kalksteine mit Ammonites macrocephalus. (?)
ζ. Dunkler **Thon** (Ornatenthon) mit Am. ornatus, hecticus, Jason (Fig. 317), refractus, Am. Lamberti, darüber braunoolithische Mergelkalke und zuoberst schwarzer Thon. — Außer den genannten Ammoniten gehören hierher Belemnites semihastatus, Posidonomya ornata, Pecten demissus u. s. w.	f. **Portlandstone:** Gelblichgraue erdige oder weiße oolithische **Kalksteine** mit Exogyra virgula, Am. triplicatus und Pecten lamellosus.	An mehreren Orten statt der Ornatenthone eisenreiche Oolithe oder gelbe Mergelkalke; bei Niort (Deux-Sèvres) graue Mergelkalke, bei la Voulte (Ardèche) mergelige Schichten und im Calvados Thone.

Fig. 316.
Ammonites Parkinsoni.

Fig. 317.
Ammonites Jason v. Buch.

Dem Ammonites opalinus (Fig. 312) sehr ähnlich, mit scharf zweikantig gezähntem Rücken und 2 Knotenreihen auf jeder Seite. Die 2 schnabelförmigen Fortsätze sieht man nur an der Mündung erwachsener, 2″ großer Exemplare.

Die eben angeführte Gliederung des deutschen, englischen und französischen Doggers giebt die Aufeinanderfolge der einzelnen Dogger-Ablagerungen mit ihren Hauptleitfossilien so, wie sie in den genannten drei Doggergebieten bekannt geworden sind. Diese Gliederung soll aber keineswegs eine parallelisirende sein, wie überhaupt eine solche äußerst schwierig, wenn nicht nahezu unmöglich ist. Bedenkt man,

§. 375. daß in der Bildungszeit des Jura die Meeresräume im Allgemeinen ſchon mehr oder weniger von einander geſonderte Räume bildeten, welche oft nur noch durch Meerengen mit einander in Verbindung ſtanden; daß ferner wieder in den Einzelmeeren mehr oder weniger zahlreiche, hier nur wenig, dort aber tief ins Land eindringende und bald reines Meerwaſſer, bald auch Brackwaſſer enthaltende Buſen vorhanden waren; daß endlich die Landesgebiete, von denen alle dieſe Meeresräume umgürtet wurden, ſehr verſchiedenartiges Landbildungsmaterial dem Oceane lieferten, ſo muß man zugeben, daß *in einem und demſelben Zeitraume* ſich in den verſchiedenen Meeresgebieten nicht nur verſchiedenartige Ablagerungen, ſondern auch verſchiedenartige Organismen entwickeln mußten, und daß unter den letzteren nur die gefräßigen und räuberiſchen Arten, zu denen vor allen die Ammoniten und Belemniten gehörten, überall dahin drängten, wo ſie z. B. zahlreiche Muſchelthiere, hauptſächlich die feſt ſitzenden Auſterarten (Oſtreen und Trigonien) fanden. Aus allen dieſen Gründen iſt es ſehr ſchwierig, die parallelen oder äquivalenten Ablagerungen nicht bloß des Doggers, ſondern überhaupt aller ſpäteren Formationen aufzufinden, ja es würde geradezu petrographiſch unmöglich ſein, wenn nicht noch die in ſolchen Aequivalent-Ablagerungen überall vorkommenden gleichartigen Leitfoſſilien, namentlich die Ammoniten und zähnlebigen Brachiopoden, die Wegweiſer abgäben.

Wie ſchwierig nun trotzdem dieſe Paralleliſirung der einzelnen Dogger-Ablagerungen iſt, geht zunächſt ſchon aus der Benennung einzelner zweifelhafter Ablagerungen nach ihren Hauptablagerungsgebieten (z. B. Stonesfield-slate, Oxford-clay, Kimmeridge-clay u. ſ. w.), ſodann aber auch daraus hervor, daß während von den Geologen eines und deſſelben Landes (z. B. Englands) die Einen einen Ablagerungscomplex (z. B. den Great-oolite oder die Bathgruppe) zum unteren Dogger oder (den Kellowayrock) zum weißen Jura rechnen, die Anderen dieſelben Ablagerungen theils zum mittleren (ſo die Bathgruppe), theils zum oberen Dogger (ſo den Kellowayrock) zählen. Iſt dieſe Auffindung der Gliederungsfolge nun ſchon in einem und demſelben Landesgebiete ſchwierig, ſo bietet ſie noch viel größere Schwierigkeiten bei der Paralleliſirung der Glieder einer Formation in verſchiedenen Ländern, z. B. zwiſchen Deutſchland und England. *Oppel* hat in dieſer Weiſe eine Paralleliſirung des Doggers von Deutſchland, England und Frankreich in ſeinem Werke: „Die Juraformation Englands, Frankreichs und des ſüdweſtlichen Deutſchlands" verſucht, in welcher er den Dogger *Deutſchlands* und *Englands* in folgender Weiſe von unten nach oben gliedert:

I. **Unter-oolith.**	Quenſtedt's Zone α: Opalinus-thone	Bett des Ammonites torulosus,	
		„ der Trigonia navis,	
	Qu. Zone β	„ des Ammonites Murchisoni,	
	Qu. Zone γ u. δ	„ „ Ammonites Humphresianus.	

II. **Bath.**	Qu. Zone ε ..	Bett des Ammonites Parkinsoni,	§. 375.
		„ der Terebratula digona,	
		„ „ Terebratula lagenalis.	
III. **Kelloway-gruppe.**	Qu. Zone ζ ..	„ des Ammonites macrocephalus,	
		„ „ Ammonites anceps,	
		„ „ Ammonites athleta.	

Wie nun die Zusammensetzung des Doggers in Deutschland und England nach den Ablagerungsmassen des letzteren eine große Verschiedenheit zeigt, so ist dieses auch schon der Fall in einzelnen, — oft nahe an einander gelegenen, — Doggergebieten von Deutschland selbst.

a. Im badischen Breisgau z. B. kommen von unten nach oben vor:

1) Eisenschüssige, oft sandige und mergelige Kalksteine (Eisenkalk) mit Ammonites Murchisoni und Ammonites discus, Pecten personatus und Pecten demissus, Ostrea calceola.
2) Mergelige hellgraue oder braune Sandsteine (Coronatenkalk) mit Ostrea Marshi und Ostrea explanata, Ammonites coronatus, Trigonia costata und Belemnites giganteus.

   Etage 1 entspricht Quenstedt's Zone β im unteren,
   Etage 2 entspricht Qu. Zone δ im mittleren Dogger.

3) Hauptrogenstein: weiß, mit Ostrea acuminata.
4) Mergel und mergelige Kalksteine (Pugnaceen-Mergel) mit Rhynchonella (Terebr.) varians, Ostrea costata, Pecten lens und Pecten biformis, Belemnites canaliculatus.
5) Oberer Rogenstein: braunrothe Mergel und gelbbraune Eisenrogensteine mit Ammonites macrocephalus und Ammonites triplicatus.
6) Pholadomyen-Mergel mit Einlagerungen von Mergelschiefern und grauen, mergeligen Kalksteinen mit Pholadomya exaltata, parcicosta und ampla, Ammonites cordatus und Belemnites hastatus.

   Etage 3 entspricht der Quenstedt-Zone δ im mittleren,
   Etage 4 entspricht der Qu.-Zone ε im oberen, und
   Etage 5 entspricht der Qu.-Zone ζ im oberen Dogger,
   Etage 6 ist schon jurassisch.

b. In Franken kommen vom Dogger nach Schrüfer vor:

1) aus dem unteren Dogger
   Quenstedt's Etage α mit Am. torulosus und opalinus,
   „ „ β aus gelbem Sandstein mit Ammonites Murchisoni und Pecten personatus bestehend,
2) aus dem mittleren Dogger Ablagerungen mit Belemnites giganteus, Ammonites Humphresianus und Ammonites Parkinsoni,
3) aus dem oberen Dogger Thone mit Am. macrocephalus, entsprechend der unteren Abtheilung von Quenstedt's Zone ζ, während die oberen

Thon-Ablagerungen mit Am. anceps, Am. Jason u. ſ. w. dem Ornatenthone Quenſtedt's in Zone ζ entſprechen.

c. Im nordweſtlichen Deutſchland ſind ebenfalls drei Etagen des Doggers vorhanden. Die untere beſteht in der Umgegend von Hannover vorherrſchend aus thonigen Schichten (bis 120 F. mächtig), die mittlere namentlich aus den Eiſenkalkſchichten des Cornbraſh (bis 50 Fuß mächtig), die obere aus dunkelgrauem, fettem Schieferthon, leberfarbigem Mergelſchiefer und dunkelgrauem Thon (zuſammen 50 bis 100 Fuß mächtig) und iſt ihren Leitfoſſilien nach ein Aequivalent der Kelloway-Gruppe. Nach C. v. Seebach („Der hannoverſche Jura") läßt ſich nun der Dogger des nordweſtlichen Deutſchlands von unten nach oben in folgender Weiſe gliedern:

I. **Unterer Dogger:**

1) Schichten des Am. opalinus und Trigonia navis, entſprechend der Zone α von Quenſtedt;
2) Schichten des Moceramus polyplocus, Am. Murchisoni und P. pumilus, entſprechend der Zone β von Qu.

II. **Mittlerer Dogger:**

3) Coronatenſchichten mit Ostrea Marshi, Gresslya abducta, Belemnites giganteus, Am. Humphresianus, entſprechend den beiden Zonen γ und δ Qu.

III. **Oberer Dogger:**

4) Schichten des Am. Parkinsoni, } entſprechend der
5) Schichten der Ostrea Knori, } Zone ε Quenſt.
6) Schichten des Cornbrash, }
7) Schichten des Ammonites macrocephalus, } entſprechend der
8) Ornatenthone, } Zone ζ Quenſt.

Bemerkung: Für die Aufſtellung der vorſtehenden Gliederung iſt benutzt worden:
Naumanns: Lehrbuch der Geognoſie. 2. Auflage.
Quenſtedt: Das Flötzgebirge Würtembergs 1843 und „der Jura" 1858.
Fraas: Verſuch einer Vergleichung des deutſchen Jura mit dem franzöſiſchen und engliſchen im neuen Jahrbuch für Min. 1850, S. 139.
Oppel: Die Juraformation Englands, Frankreichs und des ſüdweſtlichen Deutſchlands. 1856—1858.
Fromherz: Der Jura im Breisgau in G. Leonhard's Beiträgen zur min. und geogn. Kenntniß Badens. 1. Heft, S 57.
Heinr. Credner: Erläuterung zur: Geognoſtiſchen Karte der Umgegend von Hannover. 1865.
C. v. Seebach: Der hannoverſche Jura. 1864.
Ferd. Römer: Die juraſſiſche Weſerkette in der Zeitſchrift der deutſchen geol. Geſellſchaft. Bd. IX., S. 663. 1857.

c. Die obere oder weiße Juraformation.

(Dieſe ſchon von L. von Buch genau beſchriebene und gegliederte Formation entſpricht den engliſchen Ablagerungen des Oxfordclay, Coralrag, Kimmeridgeclay und Portlandstone, ſowie den von Alcide d'Orbigny aufgeſtellten Jura-Etagen oxfordien, corallien, kimmeridgien und portlandien).

§. 376. **Ablagerungsgebiet, Mächtigkeit und Hauptglieder.** — Die weiße Juraformation, welche im ſüdweſtlichen und auch noch mittleren Deutſch-

land (— im schwäbischen und fränkischen Jura —) über 1000 Fuß, in England und Frankreich aber oft kaum 100 Fuß mächtig erscheint und bei normaler Formationenreihe unmittelbar dem Dogger auflagert, besteht vorherrschend aus hellgelblichgrauen, graulichweißen und ganz weißen **Kalksteinen, Kalkmergeln** und **Dolomiten**, während **Sandsteine** und **Thone** im Allgemeinen eine untergeordnete Rolle spielen und nur in England, Frankreich und namentlich bei Blansko in Mähren mächtig entwickelt auftreten. Der weiße Jura bildet demnach sowohl durch die Art wie durch die Farbe seiner Hauptglieder einen grellen Gegensatz zu dem, durch seine massig entwickelten und dunkelgefärbten Thone, Schieferthone und Sandsteine ausgezeichneten, braunen Jura. §. 376.

Ueber die mineralische Beschaffenheit dieser Glieder ist nun Folgendes zu bemerken:

1) Die Kalksteine zeigen sich zwar in den einzelnen Etagen und Gebieten des weißen Jura sowohl in ihrem Bestande und ihrer Farbe, wie in ihrem Gefüge verschieden; im Allgemeinen jedoch lassen sie sich je nach ihrem Gefüge und ihren Beimengungen in folgende Abarten eintheilen:

   a. Dichte Kalksteine, welche nur noch unter dem Mikroskope, aber auch nicht immer, eine Anlage zum krystallinischen Gefüge zeigen und beim Zerschlagen scharfkantige Stücke mit ebenem oder muscheligem Bruche zeigen. Je nach ihren Beimengungen erscheinen sie entweder als fast reiner kohlensaurer Kalk oder von Kieselsäure oder Bitumen mehr oder weniger durchdrungen.

      α. Die von Bitumen freien Kalksteine sind vorherrschend weiß, gelblich, röthlichweiß oder auch graulichweiß, bisweilen auch bunt geadert oder von weißen Kalkspathadern durchzogen. Bisweilen erscheinen sie auch von mehr oder weniger Kieselsäure oder auch von größeren und kleineren Knollen, Nieren, Nestern oder Lagen von flintähnlichem, grauem, braunem oder schwarzem Hornstein durchzogen. Ihre Schichtung ist bald deutlich, bald undeutlich. Die deutlich geschichteten Kalksteine lassen nicht selten eine transversale Plattenabsonderung wahrnehmen; die undeutlich geschichteten aber sind sehr häufig nach allen Richtungen hin zerklüftet und dann bisweilen von — erst später eingedrungenem — Asphalt mehr oder weniger durchdrungen, z. B. am Elligser Brinke bei der Karlshütte im Braunschweigschen, dann auch bei Limmer unweit Hannover, wo nicht bloß der Kalkstein, sondern auch die Oolithe und Mergelschiefer so von Asphalt durchzogen sind, daß man sie Asphaltsteine nennt und zur Benutzung des Asphaltes abbaut.

      β. Außer diesem Asphaltkalksteine kommen aber auch noch von Humussubstanzen durchdrungene, dunkelgraue bis schwärzliche, an Conchylien reiche, dichte Kalksteine, namentlich in der Etage des Coralrag und des Portlandkalks, z. B. an der Porta Westphalica im Wesergebirge, oder des Kimmeridgethones, z. B. bei Boulogne, vor.

§. 376. Die dichten Kalksteine, namentlich die hellfarbigen, sind oft so von Organismenresten erfüllt, daß sie bisweilen einem Fossilienconglomerate mit Kalkcäment gleichen. Zu diesen an Organismenresten reichen Kalksteinen gehören die Spongitenkalksteine, welche im würtembergschen Jura nach Quenstedt in der mittleren Abtheilung verbreitet sind und sich durch ihren Reichthum an Spongiten oder Schwammkorallen (Scyphia, Manon, Spongites) auszeichnen; — die Korallenkalksteine, welche nicht selten wahre Korallenconglomerate sind (z. B. am Lindener Berge bei Hannover und bei Hildesheim); — der Conchylien- oder Lumachellkalkstein, welcher zahllose Exemplare von Exogyra virgula oder auch von Monotis enthält.

b. Die Plattenkalksteine (Lithographenstein, Kalkschiefer) sind ganz gleichmäßig dichte, gelblichweiße oder weißlichgelbe, bisweilen aber auch bläulichgraue, an ihren Absonderungsflächen oft ganz mit schönen braunen oder schwarzen Dendriten bedeckte, etwas thonhaltige, Kalksteine, deren Schichten dünn und ganz ebenflächig sind. Auf ihren Schichtflächen liegen häufig die verschiedenartigsten, sehr wohl erhaltenen, Organismenreste, so außer Libellen, Käfern, Wasserspinnen, Krebsen und Fischen die merkwürdigen Skelette des Pterodactylus, einer fliegenden Eidechse, und die Reste des ersten Vogels (Archäopteryx macrus Ow.). Sie gehören dem oberen Jura an und bilden hauptsächlich in der Gegend von Solenhofen und Mörnsheim in der Grafschaft Pappenheim bedeutende Ablagerungen.

c. Krystallinische oder zuckerkörnige Kalksteine von gelblicher, aber bei der Verwitterung sich bräunender Farbe, dem Dolomite oft ähnlich, bilden in der schwäbischen Alp nach Quenstedt verbreitete Ablagerungen.

d. Die oolithischen Kalksteine sind gewöhnlich von heller, weißlicher Farbe und haben eine dichte oder erdige Grundmasse, in welcher bald nur einzelne, bald sehr zahlreiche, dicht zusammengedrängte, mohn- bis hirse- oder auch erbsengroße, kugelige oder eiförmige, meist concentrisch-schalige und häufig ein Conchylienstückchen in ihrem Mittelpunkt umschließende, Körner zusammengekittet liegen. In ihren, bald dick-, bald dünnschichtigen Ablagerungen kommen nur selten wohl erhaltene Organismenreste vor. Sie treten vorzüglich in der oberen Etage des weißen Jura auf.

2) Der Dolomit des weißen Jura ist vorherrschend zuckerkörnig, gelblich, glitzernd, porös, häufig von Klüften und mächtigen Höhlen durchzogen und in wilde Felsruinen zerrissen. Er tritt in oft gewaltigen Felsmassen des oberen Jura auf, so namentlich im fränkischen Jura, in welchem er die, durch ihre prachtvollen, stalaktitenreichen Höhlen ausgezeichneten Felsriffe zu beiden Seiten des Muggendorfer, Bodensteiner und Tüchernfelder Thales (oder die sogenannte fränkische Schweiz) aufthürmt (vgl. §. 41 e S. 104). Außerdem zeigt er sich auch im

oberen Jura der schwäbischen Alp, z. B. bei Blaubeuren, stark entwickelt und dabei so merkwürdig mit körnigem Kalk verflochten, daß man oft nicht recht weiß, ob man diesen letzteren oder Dolomit vor sich hat. Endlich findet er sich auch im ganzen Umfange der Hilsmulde und namentlich auch am Kahlenberge bei Echte im Hannoverschen.

3) Mergel und Mergelschiefer treten namentlich in der oberen Etage des weißen Jura auf, bilden aber auch in Schwaben und Franken im Verbande mit thonhaltigen Kalksteinen die unterste Zone dieser Formation. Sie zeigen vielfache Uebergänge einerseits in mergelige Thone und andererseits in thonige Kalksteine, so daß z. B. die Spongiten- und Exogyrenkalksteine oft nichts weiter sind als wahre Mergel. In den unteren Etagen der Juraformation sind sie da, wo sie mit Thonen im Verbande stehen, thonreicher und dann dunkelbläulichgrau, in den oberen Etagen aber oft kalkreicher und dann hellgrau bis weißlich. Sehr häufig sind sie die hauptsächlichen Träger der jurassischen Versteinerungen oder doch wenigstens die Begleiter der versteinerungsreichen Kalksteinschichten.

4) Die Thone und Schieferthone spielen im weißen Jura Deutschlands nur eine untergeordnete Rolle und zeigen sich da, wo sie auftreten, immer mehr oder weniger mergelig; in England dagegen treten sie in allen Etagen dieser Formation mit bedeutender Mächtigkeit auf. Dieses ist z. B. der Fall mit dem, in der unteren Jura-Etage mit einer Mächtigkeit von 400 bis 500 Fuß auftretenden, sehr zähen, dunkelbläulichgrauen, etwas kalkhaltigen, an Eisenkies und Gypskrystallen reichen, Oxfordthon und dem, in der oberen Etage mit einer 100 bis 600 Fuß betragenden Mächtigkeit auftretenden, dunkelbläulichgrauen bis gelblichgrauen, ebenfalls an Eisenkies und Gypskrystallen, aber auch an Conchylien (Ostrea deltoidea und Exogyra virgula) reichem, Kimmeridge- und Purbeck-clay.

5) Gelbgraue, bisweilen aber auch grüne, Sandsteine kommen vorzüglich entwickelt und mit zahlreichen, flintähnlichen Hornsteinknollen verbunden bei Blansko in Mähren in dem mittleren weißen Jura vor. Ebenso zeigen sich in Norddeutschland im oberen Jura glaukonitische Kalksandsteine und im Gebiete des Coralrag gelblichbraune eisenschüssige Sandsteine. Endlich lagert in England unter dem Coralrag ein eisenschüssiger Quarzsand, welcher Lagen und Knollen eines kalkig-kieseligen Sandsteines (gritstone) umschließt.

Organismenreste im weißen Jura. — Wie im Lias und Dogger, so sind auch im weißen Jura dreierlei Gebiete vorhanden, in welchen sich die damals hervortretende Pflanzen- und Thierwelt entfalten konnte, nemlich **Land** und Süßwasserseen auf demselben, **Meerbusen**, von denen die einen durch Aufnahme von Landgewässern Brackwasser, die anderen aber reines Meerwasser enthielten, und **offenes Meer**. Je nach diesen drei verschiedenartigen Gebieten mußten nun auch die Lebensverhältnisse und in weiterer Folge davon auch die sich entwickelnden Pflanzen- und Thierfamilien verschieden sein. §. 377.

§. 377. lich die Gattungen Scyphia (Fig. 321 a, b und c), Tragos (Fig. 322), Cnemidium (Fig. 323).

b. Aus der Classe der Korallen bildeten mehrere Geschlechter mächtige Riffe und Bänke, so namentlich die zu den Sternkorallen gehörenden Asträen (Fig. 324), Lithodendron (Fig. 325), Mäandrinen und Anthophyllen.

c. Auch die Classe der Radiaten oder Echinodermen zeigte zahlreiche Geschlechter und Arten, so außer oft in Menge auftretenden Stielgliedern von Pentacriniten, Apiocriniten und Rhodocriniten die zierlichen, Gewürznelken ähnlichen, Becher des Eugeniocrinus, ferner Schlangensterne (Ophiura), endlich Seeigel (Echiniden),

Fig. 320. Archaeopteryx lithographicus aus dem Kalkschiefer von Solenhofen.

a Scyphia articulata. b Scyphia costata. c Scyphia pertusa.

Fig. 321.

Fig. 322. Tragos acetabulum.

Fig. 323. Cnemidium rimulosum.

sowohl in einzelnen, meist keulenförmigen, Stacheln, wie in wohl erhaltenen Körperhüllen, so namentlich aus der Gattung Cidaris (Fig. 326, welche einen Stachel von Cidaris florigemma darstellt), Hemicidaris (Fig. 327), Diadema, Disaster u. a. — §. 377.

Fig. 324.
Astraea hellanthoides Gldf.

Ausgezeichnet durch flach trichterförmige Zellen, deren Strahlen sehr ungleich und mit denen der benachbarten Zellen verwachsen sind.

Fig. 325. Lithodendron plicatum.

Fig. 326.
Cidaris florigemma.

a b

Fig. 327. Hemicidaris crenularis Lam.

a Unterseite. Zeigt den 10theilig eingekerbten Mund und um denselben die 20 Reihen Täfelchen.

b Seitenansicht. Zwischen den 10 Reihen erhabener Warzen, welche paarig stehen, an der Spitze durchbohrt sind und meist gekörnelte Stacheln trugen, liegen die 5 Doppelreihen der Fühlergänge (hier nur 2 sichtbar), welche vom After im Scheitel bis zum Munde herablaufen.

Es sind demnach die Echinodermen, Korallen und Spongiten stärker und mannichfaltiger entwickelt, als im Dogger und Lias. Wo aber diese Thierclassen reichlich vorhanden waren, da waren auch gute Weideplätze für die Mollusken vorhanden, wie sich auch schon daraus ergiebt, daß in den Korallenkalksteingebieten des weißen Juras (z. B. in Schwaben bei Heidenheim, Giengen und Nattheim) die meisten Mollusken-Arten vorkommen.

d. Aus der Classe der Mollusken erschienen nun namentlich in bedeutender Menge:

α. aus der Ordnung der Brachiopoden die Gattungen Terebratula (Ter. impressa Bronn, Ter. pectunculus Schl., Ter.

§ 377. nucleata Schl., Ter. insignis Ziet. u. ſ. w. und Rhynchonella;

β. aus der Ordnung der Conchiferen die Gattungen Ostrea (Ostrea gregaria Sow.), Exogyra (Exogyra virgula Def. [Fig. 328]), Pecten, Pholadomya (Pholad. multicostata Ag. [Fig. 329]), Trigonia (Trig. clavellata und Trigonia gibbosa Sow. [Fig. 330]), Astarte (Astarte ru-

Fig. 328. Exogyra virgula Gldf. Seitenanſichten.
a Gewölbte rechte oder untere Klappe von der Seite und b dieſelbe mit dem Deckel von der andern Seite.

Fig. 329. Pholadomya multicostata Ag.
Auf der kurzen Vorderſeite mit einzelnen ſehr ſtarken, nach hinten kleiner und dichter werdenden Rippen.

Fig. 330. Trigonia gibbosa Sow.
Ausgezeichnet durch die ſchwachen und wenigen, vom Buckel aus ſtrahlenden Höckerreihen.

gosa Sow.), Gryphaea (Gryphaea dilatata [Fig. 331]) und Diceras (Dic. arietina [Fig. 332]);

Fig. 331. Gryphaea dilatata Sow. (1/4 der natürlichen Größe). Anſicht von der Bauchſeite.

Fig. 332 Diceras arietina Lam.

γ. aus der Ordnung der Gaſteropoden das Geſchlecht Nerinea mit den Arten Nerinea Visurgis Röm. (Fig. 333) und Ner.

tuberculosa (Fig. 334), Pteroceras mit Pteroc. oceani §. 377. (Fig. 335) u. s. w.;

Fig. 333.
Nerinea Visurgis Röm.

Fig. 334. Nerinea tuberculosa Röm.

Fig. 335. Pteroceras oceani Brong.

δ. aus der Ordnung der Cephalopoden, namentlich Belemnites hastatus (Fig. 318 auf S. 1026), Nautilus aganitus und unter mehreren Ammoniten-Arten namentlich Ammonites biplex (Fig. 336), eine Art der im weißen Jura überhaupt stark vertretenen Planulaten-Ammoniten.

e. Daß die Fische stark im weißen Jura vertreten waren, ergiebt sich schon daraus, daß man allein in den Kalkschiefern von Pappenheim 14 Arten Caturus, 15 Arten Leptolepis, 8 Arten Aspidorhynchus, 7 Arten Microdon, 5 Arten Pachycormus, 3 Arten Megalurus u. s. w. aufgefunden hat.

f. Endlich kommen außer den oben schon genannten Flußsauriern auch noch Plesiosauren im Kimmeridgethon Englands vor.

tuberculosa (Fig. 334), Pteroceras mit Pteroc. oceani §. 377.
(Fig. 335) u. s. w.;

Fig. 333.
Nerinea Visurgis Röm.

Fig. 334. Nerinea tuberculosa Röm.

Fig. 335. Pteroceras oceani Brong.

δ. aus der Ordnung der Cephalopoden, namentlich Belemnites hastatus (Fig. 318 auf S. 1026), Nautilus aganitus und unter mehreren Ammoniten-Arten namentlich Ammonites biplex (Fig. 336), eine Art der im weißen Jura überhaupt stark vertretenen Planulaten-Ammoniten.

ε. Daß die Fische stark im weißen Jura vertreten waren, ergiebt sich schon daraus, daß man allein in den Kalkschiefern von Pappenheim 14 Arten Caturus, 15 Arten Leptolepis, 8 Arten Aspidorhynchus, 7 Arten Microdon, 5 Arten Pachycormus, 3 Arten Megalurus gefunden hat.

Auch den oben schon genannten Flußsauriern auch im Kimmeridgethon Englands vor.

§. 378. **Gliederung des weißen Juras.** — Im Allgemeinen läßt sich der weiße Jura, ähnlich dem Dogger, in drei Abtheilungen bringen. In Schwaben und Franken, wo überhaupt derselbe sehr vollständig entwickelt vorkommt, zeigt er diese drei Abtheilungen nach Quenstedt und Fraas mit folgender Gliederung:

Fig. 336. Ammonites biplex Sow.
A Seitenansicht.
B Umriß der Mündung, deren Einbucht das Uebergreifen oder die Involubilität der Windungen zeigt.
Bis 1′ groß, mit scharfen, am Rande des Rückens sich spaltenden und daselbst etwas niedergedrückten und vorwärts gebogenen Falten.

a. die **untere Abtheilung**, welche nach Quenstedt in die Zonen α, β, γ und δ zerfällt, besteht (in Schwaben) von unten nach oben:

α. aus Wechsellagerungen von dichten, hellgrauen Kalksteinen und dunkelfarbigen, leicht zerfallenden, mergeligen Thonen, welche nach oben hin allmählich verschwinden. In diesen Schichten kommen hauptsächlich verkieste Organismenreste, so namentlich Terebratula impressa (— daher: Impressakalk —), Ammonites convolutus, Am. biarmatus und perarmatus, sowie Gryphaea dilatata vor;

β. aus regelmäßig geschichteten Kalksteinen von heller Farbe und mit Am. flexuosus und planulatus, sowie mit Belemnites hastatus.

b. Die **mittlere Abtheilung** Quenstedts zeigt

γ. zunächst über den geschichteten Kalksteinen (a. 3) graubläuliche Mergelkalksteine mit Rhynchonella lacunosa und Spongiten (Scyphia gregaria u. a., Manon marginatum und impressum Goldf., Spongites Lochensis Qu.);

δ. darüber wieder regelmäßig geschichtete, nach unten bläulichgraue, zuoberst aber gelbliche, sehr feste, zum Theil oolithische, Kalksteine, welche ebenfalls noch Spongien (Tragos patella und acetabulum Goldf.), Siphonien und Scyphien, Am. planulatus und Rhynchonella lacunosa enthalten und demnach eigentlich nur eine Fortsetzung der Abtheilung a sind, weshalb auch Oppel alle diese Zonen noch zu seiner Oxfordgruppe rechnet.

c. Die **obere Abtheilung** Quenstedts zeigt über der eben angegebenen mittleren Abtheilung:

ε. ungeschichtete Kalksteine, welche bald hellfarbig und dicht, bald gelblich oder bräunlich, zuckerkörnig und zerklüftet sind, und graulichweiße, feinkörnige Dolomite, welche ordnungslos mit den Kalksteinen zusammen vorkommen und ebenso wie diese letzteren sehr viele Knollen von flintartigem Hornstein oder Chalcedon enthalten. Die Decke dieser Zone wird von weißem Rogenstein gebildet. — In ihren unteren Regionen enthalten die hierher

gehörigen Kalksteine nur selten Fossilien, aber in ihrer oberen Region sind sie reich an Korallen aller Art, Terebrateln und Echiniten (Cidaris florigemma), während Cephalopoden fast gänzlich fehlen. §. 378.

In dem Jura von Kelheim bis Regensburg bildet endlich das oberste Glied der fünften Zone ein schneeweißer Kalkstein, welcher wegen seines Reichthums an Diceras arietina Diceraskalk genannt wird, aber außerdem noch viele Nerineen, Pteroceras oceani und Pinna ampla enthält. — In dem fränkischen Jura dagegen fehlen diese Diceraskalke, bilden überhaupt die Dolomite das oberste Glied der ganzen weißen Juraformation;

ζ. über dem ungeschichteten, hellfarbigen Kalke und Dolomite lagern auf der ganzen schwäbischen Alp dünn- und ebenschichtige oder dünnplattige thonige Kalksteine (sogenannte Plattenkalksteine), welche in ihren unteren Lagen dunkelgrau sind und mit ebenso gefärbten, oft bis 20 Fuß mächtigen Thonmergel- oder auch Thonablagerungen wechsellagern, in ihren oberen Schichten aber hellgelb, sehr ebenflächig und mit den Scheeren eines kleinen Krebses (— daher Krebsscheerenkalk —) erfüllt sind. — Diese Krebsscheerenkalke werden im südlichen Theile des fränkischen Jura, namentlich in der Grafschaft Pappenheim (Solenhofen, Eichstädt u. s. w.), durch die hellgelblichen, dünnschichtigen, ebenflächigen und mit den oben schon genannten Thierresten reichlich versehenen Solenhofer Kalkschiefern oder Lithographensteinen ersetzt, welche nun die oberste Decke oder Zone, nicht bloß der schwäbischen und südfränkischen, sondern überhaupt des ganzen oberen Jura in Deutschland da, wo sie entwickelt sind, bilden.

Soviel über die Gliederung des schwäbischen Juras. — Wenn nun aber auch die eben beschriebenen drei Hauptabtheilungen des schwäbischen weißen Juras sich in allen Gebieten, in denen derselbe vollständig entwickelt auftritt, mehr oder weniger deutlich auffinden lassen, so ist dieses doch nicht der Fall mit den einzelnen Zonen jeder Abtheilung, sei es nun, daß sie ganz fehlen, sei es, daß sie einen abweichenden petrographischen oder auch wohl theilweise paläontologischen Charakter zeigen. Dieses Schwankende in dem Charakter der einzelnen Zonen, welches z. B. nach Quenstedts eigenem Ausspruche schon zwischen den Zonen α und β und ebenso zwischen γ und δ in der untersten Jura-Abtheilung hervortritt, veranlaßte Oppel, zunächst nur zwei Abtheilungen und in jeder derselben mehrere Zonen nach dem, in jeder Zone herrschenden, Leitfossil aufzustellen, wie die folgende Uebersicht zeigt:

I. **Untere** oder **Oxfordgruppe**, welche Quenstedts Zonen α, β, γ, aber δ nur zum Theil umfaßt.

1) Unterste Zone: Bett des Ammonites biarmatus.
2) Mittlere Zone: Spongiten- oder Scyphien-Kalke.
3) Obere Zone: Bett des Cidaris florigemma.

§. 378. II. **Obere oder Kimmeridgegruppe** (mit Ou. Zonen δ (z. Th.), ε u. ζ).

4) Untere Zone: Bett des Diceras arietina.

5) Mittlere Zone: Bett der Astarte supracorallina.

6) Obere Zone: Bett des Pteroceras oceani und der Solenhofer Kalkſchiefer.

7) Oberſte Zone: Bett der Trigonia gibbosa.

Zu dieſen beiden Gruppen kam nun aber ſpäter noch eine dritte, nemlich die ſogenannte **Purbeckgruppe**. — Ueber der Zone der Plattenkalke und des Exogyren- und Trigonienbettes folgt nemlich vorzüglich in England und im nordweſtlichen Deutſchland noch ein Complex von Ablagerungen, welcher früher zur Kreidegruppe, ſpäter theils zu dieſer, theils zur oberen Juragruppe oder auch ganz zu dieſer letzteren gerechnet wurde. Es iſt dieſes die

Wealdenformation.

Dieſe Formation, welche ihren Namen von der engliſchen Landſchaft the Weald in Suſſex erhalten hat, beſteht ſowohl ihren Ablagerungen wie ihren Organismenreſten nach theils aus Brack- oder Süßwaſſer-Ablagerungen, theils aus wahren marinen Schichtmaſſen (Fig. 337).

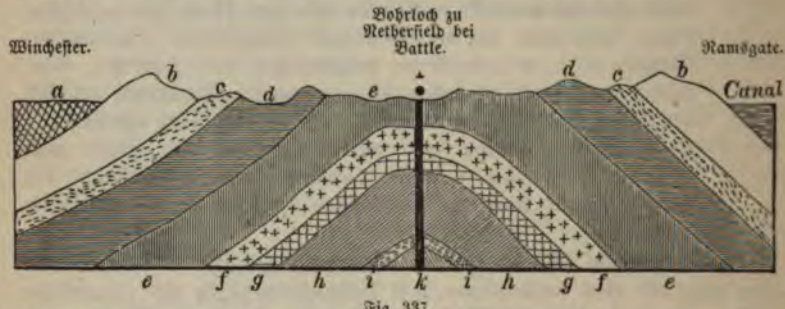


Fig. 337.

Profil durch den Wealden des ſüdöſtlichen Englands nach einer Linie Winchester, Battle, Ramsgate (nach Prof. von Lasaulx).

a. Tertiär. b. Kreide. c. Grünſand. d. Wealdclay. e. Hastings beds. f. Purbeck beds. g. Portland-Sandſtein. h. Kimmeridge beds. i. Corralline Oolith. k. Oxford-Thon (?)

Ihre Brack- und Süßwaſſer-Ablagerungen haben ſich wahrſcheinlich in tief einſchneidenden Meeresbuſen gebildet, welche durch Korallenriffe gegen den offenen Ocean hin mehr oder weniger geſchloſſen waren, ſo daß ſich der von den ſüßen Gewäſſern des Landes ihnen zugeführte Sand und Schlamm ſammt ſeinen Süßwaſſer- und Landesorganismenreſten in ihnen ruhig abſetzen und ſie ausfüllen konnte, ſo daß zuletzt auf ihnen eine mehr oder weniger ſumpfige Landſchaft entſtand, in welcher Walddickichte von Gefäßcryptogamen (Equiſeten, Farne und Marſiliaceen), Cycadeen und auch Coniferen wuchern konnten. Indem aber dieſe Maſſen durch ſpäter eintretende Schwankungen und durch die Verwitterung und Zerſetzung der ſie gegen die Wogen des Oceans ſchützenden Korallenriffe wieder unter das Meeresniveau verſenkt wurden,

konnten sich auf ihnen von Neuem reine Meeresniederschläge, untermischt mit Süßwasserschlamm, so lange absetzen, bis ihre Sammelstätten ganz ausgefüllt waren. Traten jetzt nun wieder neue Senkungen ein, so entstanden auch nochmals marine Ablagerungen; wurden aber die entstandenen Niederschläge durch Erderschütterungen nicht weiter berührt oder nur gehoben, so blieben sie von den später erfolgenden Ablagerungen der Kreidegebilde unbedeckt. §. 378.

Je nach ihren Ablagerungsmassen und den in ihnen vorkommenden Organismenresten nun muß man die einzelnen Glieder der Wealdenformation theils noch dem oberen Jura, theils der unteren Kreide zurechnen. Als oberste Etage der Juraformation betrachtet man die untere Abtheilung der Wealdenformation oder den, namentlich auf der Halbinsel Purbeck in Dorsetshire schön entwickelten, Purbeckkalkstein; zur untersten Etage der Kreideformationen oder zum Neocom dagegen rechnet man den in England auftretenden Hastingssand und den über ihm lagernden Wealdclay, im nordwestlichen Deutschland aber den Deistersandstein, Wälderthon, das Hilsconglomerat, den Hilssandstein und Hilsthon. Von diesen letzteren kann daher erst bei der Beschreibung der Kreideformationen die Rede sein; hier aber muß als oberste Gruppe des weißen Juras betrachtet werden:

§. 378. Die Purbeck- oder untere Wealdenformation.

Dieſe Etage des weißen Juras beſteht:

im **nordweſtlichen Deutſchland** [an der Südweſtſeite des **Deiſters**, wo ſie bis 500 Fuß mächtig iſt, namentlich bei Rodenberg, Eimbeckhauſen und Münder, dann am **Oſterwald**, Döhberg und **Sülberg**, endlich auch am **Süntel**].	im **ſüdöſtlichen England** [Halbinſel Purbeck in Dorſetſhire; Buchten zwiſchen Weymouth und Dorſetſhire; bis 60 Fuß mächtig].
a. Zuunterſt dünnplattige Kalkſteine (**Eimbeckhäuſer Plattenkalke**) voll **Corbula inflexa** Dunker, Corbula alata und Modiola lithodomus.	a. Thonige und mergelige, graue oder graugrünliche **Kalkſteine mit Süß- und Meerwaſſer-Conchylien** (Paludina fluviorum, Limnaeus, Planorbis, Melania, Unio und Cypris-Arten). In der unteren Etage dieſes Purbeckkalkſteins befinden ſich **dunkelbraune Zwiſchenlagen von urweltlichem Humusboden** (dirt-beds) **mit zahlreichen verſteinten Ueberreſten von Cycadeen und Coniferen**, deren Wurzelſtöcke oft noch aufrecht in ihrem Boden ſtehen (Fig. 341).
b. Ueber dieſen Plattenkalken folgen verſteinerungsleere, rothe und grüngraue Mergel (— **Mündermergel** —), welche einzelne Bänke von gelbgrauem Mergelſandſtein, gelblichem oder rauchgrauem dolomitiſchen Kalkſtein und auch ſalzführende Gypsſtöcke umſchließt. Darüber eine Lage von kieſeligem Kalkſtein mit Corbula inflexa und alata.	b. Ueber dieſen Dirt-beds-Lagen folgt grünlicher **Schieferthon** mit Zostera-Abdrücken und Reſten von Säugethieren, namentlich von Beutelthieren; dann folgen abwechſelnd Brack- u. Meerwaſſerſchichten.
c. Zuoberſt lagert ein aſchgrauer, bald dichter, bald körniger oder oolithiſcher, oft mit Schieferthonſchichten wechſelnder, **Kalkſtein**, welcher ſehr zahlreiche Röhren von **Serpula coacervata** (daher **Serpulitenkalkſtein** [Fig. 338]) u. außerdem auch Cyrenen, Paludinen, Melanien umſchließt. (Siehe hierzu die Profile Fig. 339 und Fig. 340.)	c. Zuoberſt lagern Lumachellſchichten mit Süßwaſſer-Conchylien (**Purbeckmarmor**).

Fig. 338. Serpula coacervata Blbch.

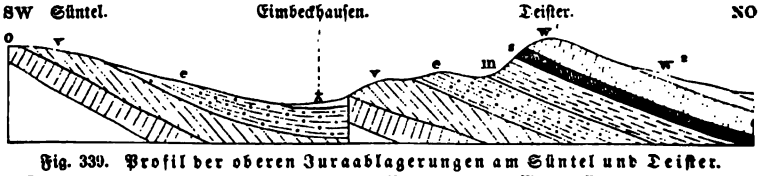


Fig. 339. Profil der oberen Juraablagerungen am Süntel und Deiſter.
o: Oxford-, v: Virgulaſchichten; e: Eimbeckhäuſer Plattenkalk; m: Münder Mergel; s: Serpulit; w1: Wealdenſandſtein; w2: Wealdenthon.
(Nach Heinrich Credner).

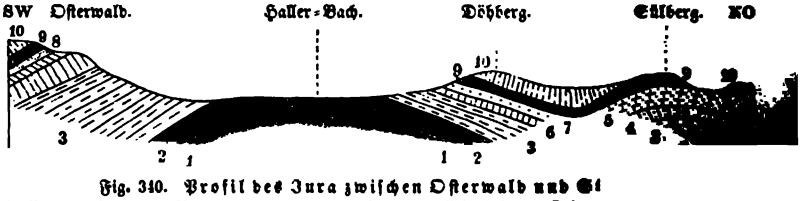


Fig. 340. Profil des Jura zwiſchen Oſterwald und Sü
1: Unterer, 2: oberer Lias; 3: unterer brauner Jura; 4: Eiſenkalk; 5: Kel
fordgruppe; 7: Nerineenſchichten; 8: Virgulaſchichten; 9: Münder Mergel;
(Nach Heinrich Credner).

§. 378.

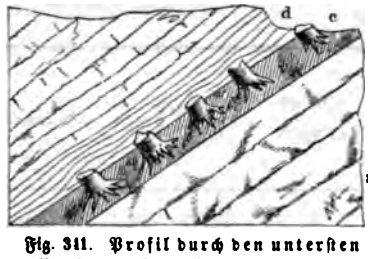


Fig. 311. Profil durch den untersten Purbeck auf der Insel Portland.

a: Portlandmarin. b: Süßwassergebilde des unteren Purbeck. c: Purbeckdammerde mit Coniferen. d: Süßwasserkalk.

So entwickelt, wie in Schwaben, zeigt sich indessen der weiße Jura nicht in allen Gebieten seines Auftretens, wie die beifolgende „Uebersicht der Juragliederung in verschiedenen Gebieten Deutschlands und in England" zeigen wird. Auf dieser Uebersicht, für welche die Gliederung des weißen Juras in Schwaben und England nach Oppel den Maßstab bildet, wird man auch bemerken, daß in den Alpen der Jura bis jetzt nur inselweise und zum Theil so abnorm oder so innig mit der Alpentrias verbunden erscheint, daß das Stellungsverhältniß seiner einzelnen Glieder zu den juraſischen Zonen und Gruppen Oppel's bis jetzt noch nicht vollständig hat durchgeführt werden können.

Bemerkung: Außer den schon bei der Gliederung des Doggers angegebenen Werken sind für die Gliederung des weißen Juras noch benutzt worden:

Gümbel: Beschreibung des bayerischen Alpengebirges.

Franz v. Hauer: Ueber die Gliederung der Trias-, Lias- und Juragebilde in den nordöstlichen Alpen, im Jahrb. der K. K. geol. Reichsanstalt. Bd. IV. 1853. S. 715 u. ff.

§. 378. Die Purbeck- oder untere Wealdenformation.

Dieſe Etage des weißen Juras beſteht:

im **nordweſtlichen Deutſchland** [an der Südweſtſeite des Deiſters, wo ſie bis 500 Fuß mächtig iſt, namentlich bei Rodenberg, Eimbeckhauſen und Münder, dann am Oſterwald, Döhberg und Sülberg, endlich auch am Süntel].	im **ſüdöſtlichen England** [Halbinſel Purbeck in Dorſetſhire; Buchten zwiſchen Weymouth und Dorſetſhire; bis 60 Fuß mächtig].
a. Zuunterſt dünnplattige Kalkſteine (**Eimbeckhäuſer Plattenkalke**) voll Corbula inflexa Dunker, Corbula alata und Modiola lithodomus.	a. Thonige und mergelige, graue oder graugrünliche **Kalkſteine mit Süß- und Meerwaſſer-Conchylien** (Paludina fluviorum, Limnaeus, Planorbis, Melania, Unio und Cypris-Arten). In der unteren Etage dieſes Purbeckkalkſteins befinden ſich **dunkelbraune Zwiſchenlagen von urweltlichem Humusboden** (dirt-beds) **mit zahlreichen verſteinten Ueberreſten von Cycadeen und Coniferen**, deren Wurzelſtöcke oft noch aufrecht in ihrem Boden ſtehen (Fig. 341).
b. Ueber dieſen Plattenkalken folgen verſteinerungsleere, rothe und grüngraue Mergel (— **Mündermergel** —), welche einzelne Bänke von gelbgrauem Mergelſandſtein, gelblichem oder rauchgrauem dolomitiſchen Kalkſtein und auch ſalzführende Gypsſtöcke umſchließt. Darüber eine Lage von kieſeligem Kalkſtein mit Corbula inflexa und alata.	b. Ueber dieſen Dirt-beds-Lagen folgt grünlicher **Schieferthon** mit Zostera-Abdrücken und Reſten von Säugethieren, namentlich von Beutelthieren; dann folgen abwechſelnd Brack- u. Meerwaſſerſchichten.
c. Zuoberſt lagert ein aſchgrauer, bald dichter, bald körniger oder oolithiſcher, oft mit Schieferthonſchichten wechſelnder, **Kalkſtein**, welcher ſehr zahlreiche Röhren von Serpula coacervata (daher Serpulitenkalkſtein [Fig. 338]) u. außerdem auch Cyrenen, Paludinen, Melanien umſchließt. (Siehe hierzu die Profile Fig. 339 und Fig. 340.)	c. Zuoberſt lagern Lumachellſchichten mit Süßwaſſer-Conchylien (**Purbeckmarmor**).

Fig. 338. Serpula coacervata Blbch.

Fig. 339. Profil der oberen Juraablagerungen am Süntel und Deiſter.
o: Oxford-, v: Virgulaſchichten; e: Eimbeckhäuſer Plattenkalk; m: Münder Mergel; s: Serpulit; w¹: Wealdenſandſtein; w²: Wealdenthon.
(Nach Heinrich Credner).

Fig. 340. Profil des Jura zwiſchen Oſterwald und Sülberg.
1: Unterer, 2: oberer Lias; 3: unterer brauner Jura; 4: Eiſenkalk; 5: Kelloway-Gruppe; 6: Oxfordgruppe; 7: Nerineenſchichten; 8: Virgulaſchichten; 9: Münder Mergel; 10: Wealden-Sandſtein.
(Nach Heinrich Credner).

§. 378.

So entwickelt, wie in Schwaben, zeigt sich indessen der weiße Jura nicht in allen Gebieten seines Auftretens, wie die beifolgende „Uebersicht der Juragliederung in verschiedenen Gebieten Deutschlands und in England" zeigen wird. Auf dieser Uebersicht, für welche die Gliederung des weißen Juras in Schwaben und England nach Oppel den Maßstab bildet, wird man auch bemerken, daß in den Alpen der Jura bis jetzt nur inselweise und zum Theil so abnorm oder so innig mit der Alpentrias verbunden erscheint, daß das Stellungsverhältniß seiner einzelnen Glieder zu den jurassischen Zonen und Gruppen Oppel's bis jetzt noch nicht vollständig hat durchgeführt werden können.

Fig. 311. Profil durch den untersten Purbeck auf der Insel Portland.

a: Portlandmarin. b: Süßwassergebilde des unteren Purbeck. c: Purbeckdammerde mit Coniferen. d: Süßwasserkalk.

Bemerkung: Außer den schon bei der Gliederung des Doggers angegebenen Werken sind für die Gliederung des weißen Juras noch benutzt worden:

Gümbel: Beschreibung des bayerischen Alpengebirges.

Franz v. Hauer: Ueber die Gliederung der Trias-, Lias- und Juragebilde in den nordöstlichen Alpen, im Jahrb. der K. K. geol. Reichsanstalt. Bd. IV. 1853. S. 715 u. ff.

§. 379. **Oberflächenformen und Störungen in den Ablagerungsverhältnissen des braunen und weißen Juras.** — Wie schon aus den Beschreibungen der Ablagerungsmassen dieser beiden Juraformationen zu ersehen ist, so besteht der braune Jura oder Dogger vorherrschend aus Thon- und Thongesteins-Ablagerungen, der weiße Jura aber namentlich aus geschichteten und ungeschichteten Kalksteinen und Dolomiten. Die Natur dieser verschiedenen Ablagerungsmassen nun übt, wie allbekannt ist, einen großen Einfluß auf die Oberflächenformung der vorherrschend von ihnen gebildeten Landesgebiete aus. Demgemäß zeigt das aus dem thonreichen Dogger allein gebildete Land überall da, wo es die Oberflächenmasse eines Gebietes zusammensetzt, vom Anfange an weit ausgedehnte, horizontale oder sanft geneigte Flächen oder Tafeln, welche aber theils durch Austrocknungs-, theils durch Erosionsschluchten (Wasserrisse) hauptsächlich in der Richtung ihres Abfalles im Verlaufe der Zeiten so zerspalten worden sind, daß sie gegenwärtig ein wellenförmiges Berg- oder Hügelland mit sanft muldenförmigen Thälern und abgerundeten, — aber an ihren Seitengehängen wieder durch Wasserschluchten kammförmig eingeschnittenen —, Bergreihen bilden, — eine Landesform, wie sie noch gegenwärtig durch den Einfluß des Regenwassers in den Bodenmassen erzeugt wird, welche am Fuße waldloser Berge lagern. Nur da, wo die Kalksteine des mittleren und oberen Doggers stark entwickelt sind, machen sich in diesen Wellenbergländern prall ansteigende, mit Steinschutt umlagerte Felswände und scharf eingeschnittene Schluchten bemerklich.

Anders dagegen zeigen sich die vorherrschend aus den ungeschichteten Kalksteinen und Dolomiten des weißen Juras zusammengesetzten Landesgebiete. Senkrecht aufsteigende Felswände, welche an ihren — oft von tief eingeschnittenen Schluchtenthälern durchfurchten — Gehängen sowohl wie auf ihrer Höhe mit wild zerklüfteten, abenteuerlich gestalteten Riffen und Felstrümmern bedeckt und in ihrem Innern von zahlreichen Klüften und Höhlen durchzogen sind, dabei aber doch auf ihren Höhen oft weit ausgedehnte, theils wagerechte, theils sanft nach der entgegengesetzten Seite ihres schroffen Gehänges abfallende, in der Regel wasserarme, Plateaus tragen, — das ist im Allgemeinen der Charakter der aus den ungeschichteten Kalksteinen und Dolomiten des oberen Juras gebildeten Landschaften, so wie er sich z. B. in der schon früher erwähnten fränkischen Schweiz und an vielen Punkten des westlichen Abhanges vom schwäbischen Jura zeigt. — Dieser wildlandschaftlichen, gewissermaßen alpinen, Oberflächenformung des Juras gegenüber zeigen die aus den Plattenkalken zusammengesetzten Landesgebiete einen ganz anderen Charakter. Da, wo sie nicht durch Erderschütterungen in ihrer Entwickelung gestört worden sind, wo sie sanft aus dem Meeresbette emporgestiegen und allmählich ausgetrocknet worden sind, so daß sich nur in ihrer Masse Austrocknungsspalten bilden konnten, — da zeigen sie weit ausgedehnte Tafelberge mit mauerförmig[illegible] oder auch sanft abfallenden Gehängen, zwischen denen sich [illegible] Thäler hinziehen, wie man z. B. in der Grafschaft Eichstädt bemerken kann. — Und wieder anders Charakter des Purbeckgebietes. Die in ihm

in verschiedenen Gebieten.

§. 378.

Im nordwestlichen Deutschland (Hannover).		In England.
Nach Credner.	Nach v. Seebach	
a. **Unterer** Oxford (Dilatata-schichten): Grauer sandiger Kalkstein und oolithischer Kalkmergel, hellgelber, dolomitischer Mergelkalk und zuoberst Korallenkalk. 1) Zone des Am. cordatus. 2) Z. des Am. complanatus. 3) Korallenbank.	**Heersumer Schichten.**	1) Eigentlicher **Oxfordthon** in Dorsetshire über 250 Fuß mächtig, nach unten mit vielen und großen Septarien, mit Am. biarmatus, Am. cristatus, Am. cordatus und Gryphaea dilatata, zieht bis Yorkshire. 2) Darüber: Sandige Thon- und Kalkbänke (Calcareousgrit) mit Austern, Gryphaeen, Gervillien, Am. cordatus, Am. perarmatus und Am. plicatilis. Ueber ihm der eigentliche **Korallenkalk** (Coralrag mit Cidaris florigemma). Ueber ihm wieder Calcareousgrit. Diese Zone bildet das Aequivalent des schwäbischen Spongitenkalks.
b **Oberer** Oxford (Florigemma-Schichten): Gelbliche u. graue oolithische Kalksteine, Mergelkalk und grauer Dolomit. 1) Zone der Ostrea rostellaris. 2) Zone des Pecten varians. 3) Zone der Rhynchonella pinguis.	**Korallenschichten.**	
a. **Nerineen-Schichten.** 1) Hell- und dunkelgraue Mergelkalke mit Natica globosa. 2) Lichtgelbgrauer Kalk mit Nerinea tuberculosa. 3) Schichten der Nerinea obtusa: Dichte Kalksteine, zelliger Mergelkalk und Thonlagen. 4) Schichten des Pteroceras oceani: Unten weißlicher Oolith, oben Wechsel von Thon, Mergelkalk und dünngeschichtetem Kalkmergel.	a. **Schichten** der **Nerinea Visurgis.** (Nerinea tuberculosa.) b. **Pteroceras-Schichten.**	**Kimmeridge-Thon** (in Dorsetshire 700 Fuß mächtig, bei Oxford nur 70 F.): Bestehend theils aus Thon mit Zwischenschichten von unreinem Kalkstein u. Sandstein, theils, namentlich nach oben, aus, zum Theil sehr bituminösem, Schieferthon. Mit Ostrea deltoidea, Exogyra virgula, Cardium lotharingicum; nach unten mit Am. mutabilis, Am. longispinus, zahlreichen Aptychen; nach oben mit Am. planulatus, Pleurotomaria reticulata und vielen Serpulen.
b. **Virgula-Schichten.** 1) Schichten der Pholadomya multicostata: Hellgrauer Mergelkalkstein und Schieferthon. 2) Schichten der Trigonia verrucosa: Graue Schieferthone. 3) Oolithische Kalksteine und dünngeschichtete Mergelkalke.	c. **Schichten** der **Exogyra virgula.** d. **Schichten** des **Am. gigas.**	**Portlandkalk** auf der Halbinsel Portland, welcher auf einer bis 60 Fuß mächtigen Zone von glaukonitreichem Sand und Sandstein (Portlandsand) lagert. Mit Trigonia gibbosa, Am. giganteus, Am. biplex, Astarte cuneata, Natica elegans.
Darüber die Purbeckformation.		

§. 379. **Oberflächenformen und Störungen in den Ablagerungsverhältnissen des braunen und weißen Juras.** — Wie schon aus den Beschreibungen der Ablagerungsmassen dieser beiden Juraformationen zu ersehen ist, so besteht der braune Jura oder Dogger vorherrschend aus Thon- und Thongesteins-Ablagerungen, der weiße Jura aber namentlich aus geschichteten und ungeschichteten Kalksteinen und Dolomiten. Die Natur dieser verschiedenen Ablagerungsmassen nun übt, wie allbekannt ist, einen großen Einfluß auf die Oberflächenformung der vorherrschend von ihnen gebildeten Landesgebiete aus. Demgemäß zeigt das aus dem thonreichen Dogger allein gebildete Land überall da, wo es die Oberflächenmasse eines Gebietes zusammensetzt, vom Anfange an weit ausgedehnte, horizontale oder sanft geneigte Flächen oder Tafeln, welche aber theils durch Austrocknungs-, theils durch Erosionsschluchten (Wasserrisse) hauptsächlich in der Richtung ihres Abfalles im Verlaufe der Zeiten so zerspalten worden sind, daß sie gegenwärtig ein wellenförmiges Berg- oder Hügelland mit sanft muldenförmigen Thälern und abgerundeten, — aber an ihren Seitengehängen wieder durch Wasserschluchten kammförmig eingeschnittenen —, Bergreihen bilden, — eine Landesform, wie sie noch gegenwärtig durch den Einfluß des Regenwassers in den Bodenmassen erzeugt wird, welche am Fuße waldloser Berge lagern. Nur da, wo die Kalksteine des mittleren und oberen Doggers stark entwickelt sind, machen sich in diesen Wellenbergländern prall ansteigende, mit Steinschutt umlagerte Felswände und scharf eingeschnittene Schluchten bemerklich.

Anders dagegen zeigen sich die vorherrschend aus den ungeschichteten Kalksteinen und Dolomiten des weißen Juras zusammengesetzten Landesgebiete. Senkrecht aufsteigende Felswände, welche an ihren — oft von tief eingeschnittenen Schluchtenthälern durchfurchten — Gehängen sowohl wie auf ihrer Höhe mit wild zerklüfteten, abenteuerlich gestalteten Riffen und Felstrümmern bedeckt und in ihrem Innern von zahlreichen Klüften und Höhlen durchzogen sind, dabei aber doch auf ihren Höhen oft weit ausgedehnte, theils wagerechte, theils sanft nach der entgegengesetzten Seite ihres schroffen Gehänges abfallende, in der Regel wasserarme, Plateaus tragen, — das ist im Allgemeinen der Charakter der aus den ungeschichteten Kalksteinen und Dolomiten des oberen Juras gebildeten Landschaften, so wie er sich z. B. in der schon früher erwähnten fränkischen Schweiz und an vielen Punkten des westlichen Abhanges vom schwäbischen Jura zeigt. — Dieser wildlandschaftlichen, gewissermaßen alpinen, Oberflächenformung des Juras gegenüber zeigen die aus den Plattenkalken zusammengesetzten Landesgebiete einen ganz anderen Charakter. Da, wo sie nicht durch Erderschütterungen in ihrer Entwickelung gestört worden sind, wo sie sanft aus dem Meeresbette emporgestiegen und allmählich ausgetrocknet worden sind, so daß sich nur in ihrer Masse Austrocknungsspalten bilden konnten, — da zeigen sie weit ausgedehnte Tafelberge mit mauerförmigen oder auch sanft abfallenden Gehängen, zwischen denen sich breite, fruchtbare Thäler hinziehen, wie man z. B. in der Grafschaft Pappenheim und Eichstädt bemerken kann. — Und wieder anders ist der landschaftliche Charakter des Purbeckgebietes. Die in ihm abgelagerten Massen

bemerkenswerth ist, daß die von dem Syenitgesteine durchbrochenen Liasschichten an den Berührungsstellen mit diesem Eruptivgesteine in schneeweißen, fast schichtungslosen, krystallinischen Marmor umgewandelt worden sind und ihre Organismenreste verloren haben. Und wie von Syenitporphyr, so erscheint der Lias auf Skye auch von Graniten durchsetzt und in Marmor umgewandelt.

Im Gebiete des deutschen Juras sind dagegen nur in der Rauhen Alp und im Ries bei Nördlingen einige Kuppen und Gänge von Basalt zu bemerken, welche indessen ihrem ganzen Auftreten nach erst in der Tertiärzeit die jurassischen Ablagerungen durchsetzt haben.

Verbreitungsgebiete des braunen und weißen Juras in Europa. z. 380. — Wie schon angedeutet, so kommt der braune Jura mit dem weißen gewöhnlich zusammen vor und zwar in der Weise, daß der erstere am Fuße des zweiten eine mehr oder weniger breite Vorterrasse bildet. In Deutschland (namentlich im schwäbischen und fränkischen Jura) erscheint der weiße Jura weit stärker entwickelt als der braune; dasselbe ist der Fall im Schweizer Jura, zumal, wenn man von dem westlichen Theile desselben absieht; aber im östlichen Frankreich, zumal im Cote d'Or, in Burgund und der Franche Comté, überragt der Dogger an Mächtigkeit und Ausdehnung bei weitem den weißen Jura; und in England bildet der Dogger eine verhältnißmäßig schmale und hie und da unterbrochene Zone zwischen dem stark hervortretenden Lias und dem weißen Jura.

I. Im Besonderen zeigt nun **der Dogger** folgende Verbreitungsgebiete:

A. In **Deutschland.**

a. Im Gebiete der Kalkalpen.

1) In den bayerischen Alpen gehören ihren Fossilien nach der graulichweiße, Rhynchonella trigona Qu. und Trig. myriacantha Dest., Terebr. pala und antiplecta Buch haltige, Kalkstein von Vils, sowie der dunkelgelbrothe, grünlich gefleckte, Am. biplex Sow., annularis Schl., triplicatus Qu. und Bel. hastatus haltige, Kalkstein vom Haselberg bei Ruhpolding und der graue, Am. biplex, Bel. semihastatus und Terebr. globata Sow. enthaltende, Kalkstein von Au in die Kelloway-Gruppe.

2) In den österreichischen Kalkalpen scheint nach Fr. von Hauer der weiße oder röthliche, die Fossilien des Kalkes von Vils haltige, Kalkstein am Gunstberge bei Windischgarten und der braunrothe, oft oolithische, Kalkstein von der Klausalpe bei Hallstadt ebenfalls zur Kellowaygruppe zu gehören.

b. Im südlichen Deutschland.

1) In Schwaben bildet der Dogger eine steile Terrasse, welche vom Thal der Donau aus den ganzen westlichen Rand der aus ...ra bestehenden Rauhen Alp einschließt. Die untere ... Mächtigkeit von 400 Fuß und enthält meh... oolithischen Eisenerzen z. B. bei Wasser-

§. 380. alfingen unweit Aalen; die mittlere Etage hat eine Mächtigkeit von 100 Fuß, während die obere Etage an der Alp ſüdlich von Tübingen, wo ſie am vollſtändigſten entwickelt iſt, bis 100 Fuß mächtig erſcheint.

2) In Franken bildet der Dogger eine ſchmale Randterraſſe zwiſchen dem Lias und dem weißen Jura, welche den ganzen Frankenjura umgürtet.

c. Im nordweſtlichen Deutſchland tritt der Dogger zuerſt nördlich vom Harze in mehreren Inſeln auf, ſo in der Umgebung von Braunſchweig, wo vorherrſchend Thone mit Thoneiſenſteingeoden auftreten (vgl. v. Strombeck: „Der obere Lias und braune Jura bei Braunſchweig" in der Zeitſchrift der deutſch. geol. Geſellſchaft S. 81 u. ff. Bd. 5), in der Gegend von Hildesheim und Kirchrode; dann aber in einem zuſammenhängenden Zuge am ganzen nördlichen Abhange des Deiſters und der Weſerkette, in welcher man die ſämmtlichen Doggerglieder an der Porta Weſtphalica (namentlich am Jacobsberge) in deutlicher Uebereinanderfolge erkennen kann, ſowie am Südabhange des Teutoburger Waldes.

d. In Oberſchleſien bildet der Dogger einen bedeutenden Zug zwiſchen Wielun und Krakau. Er beginnt daſelbſt mit braunem Sandſtein und geht nach oben in grauen, äußerlich aber gelbbraun gefärbten Kalkſtein über, welcher eine große Schaar von Verſteinerungen des braunen Juras enthält. Bei Kreuzburg und Landsberg aber beſteht der Dogger aus Thon-, Letten- und Sandablagerungen mit vielen, theils in Schichten, theils in Knollen auftretenden und Am. Parkinsoni und Pholadomya Murchisoni enthaltenden, Eiſenſteinen.

Auch in Mähren und Ungarn kommt der Dogger vor. Ebenſo ſcheint er in Rußland, namentlich in der Umgegend von Moskau, vorzukommen.

B. In der Schweiz. — In den Alpen zwiſchen Arve und Aar kommen nach Studer Ablagerungen vor, welche dem Dogger des Juragebirges entſprechen; ebenſo lagern in den Graubündner Alpen in dem Gebiete zwiſchen Vorder- und Hinterrhein, der Albula und Landquart Doggergebilde; außerdem aber iſt der Dogger in den übrigen Alpengebieten noch nicht mit voller Sicherheit aufgefunden worden, obgleich in dem ganzen Kalkalpenzuge vom Bodenſee an bis nach Oeſterreich hin wohl überall auf den Trias-Alpen juraſiſche Gebilde inſelförmig auftreten. Dagegen ſtreicht der Dogger vom ſchwäbiſchen Jura aus über den Rhein in die Weſtſchweiz und tritt daſelbſt als ein mächtiger Gürtel unter dem oberen Jura rings um das Juragebirge hervor. Am Schweizer Abhange zeigt ſein ſchmaler Gürtel, namentlich in den Cantonen Baſel, Solothurn und Bern, vorherrſchend die ſandigen Thon-, Sand- und Kalkſchichten des unteren, außerdem aber auch den Großoolith, den Foreſtmarble des mittleren und den Macrocephalenkalk und Eiſenoolith des oberen Doggers.

C. In Frankreich tritt der Dogger mächtiger entwickelt auf als in Deutsch- §. 380.
land und der Schweiz.

a. Zuerst zieht er vom Rheinthal aus in schmalen, inselförmigen Zonen dem Doubsthal entlang ins Rhonethal und bildet nun vorherrschend mit den Korallenkalksteinen (Calcaire laedonien [von Laedo d. i. Lons-le-Saunier] oder Calcaire à polypiers), Thonmergeln (Marnes vésouliennes) und Parkinson-Kalksteinen seiner mittleren und mit den Makrocephalenkalken seiner oberen Etage die ganze Grundlage des Saone- und Rhonethales, welche aber so mit den Schuttlandmassen der Rhone überdeckt ist, daß sie nur zu beiden Seiten dieses Thales, — nemlich einerseits als eine ununterbrochene, breite, nur von der Rhone durchbrochene Vorterrasse des Juragebirges und andererseits als ein schmaler, mehr inselförmiger, Gürtel des Charolaiser und Lyoneser Gebirgslandes —, hervortritt.

b. Sodann aber umzieht der Dogger, namentlich mit seinen Kalksteinen, nur wenig unterbrochen die Cevennen und die ganze Süd-, West- und Nordseite des granitischen Hochlandes der Auvergne, so daß dieses einer vom Dogger umgürteten Dreieck-Insel gleicht, an deren drei Ecken der Dogger Ausläufer ins umgebende Land sendet. Am mächtigsten entwickelt erscheinen diese Ausläufer des Doggers an der Nordost- und Nordwestecke des französischen Hochlandes.

c. An der Nordostecke des Charolais-Gebirges steht der Dogger zunächst im Verbande mit dem von Basel aus westwärts über Besançon und Vesoul mit seinen Thonen, Sanden und Kalksteinen in die Bourgogne eindringenden unteren Dogger; dann aber besetzt er namentlich mit den Korallenkalksteinen seiner mittleren Etage das ganze Gebiet des Cote d'Or, der Bourgogne und der Franche Comté und zieht endlich von hier aus an der Westseite des Vogesen-Lias nordwärts einen, über Nancy, Metz und Sedan streichenden und bis zu den Ardennen reichenden, Bogengürtel, welcher dann von Kreidegebilden überlagert sich westwärts wendet, um nochmals in der Umgebung von Boulogne mit den versteinerungsreichen Kalksteinen der mittleren Etage hervorzutauchen.

d. An der Nordwestecke des französischen Hochlandes streicht der von Süd nach Nord ziehende, westliche Doggerzug mit bedeutender Mächtigkeit über Niort und Lucon nach Westen bis zum Meere. Zugleich aber wendet er einen Arm nordwärts, welcher über Poitiers zieht und an der Ostseite der silurischen Bretagne eine nur wenig unterbrochene Grenzterrasse bildet, welche bis zum Kanal reicht und bei Bayeux in der Normandie aus Kalksteinbänken besteht, welche zur mittleren Etage gehören und berühmt sind durch ihren Reichthum an Versteinerungen, namentlich an Terebrateln, Trigonien, Astarten, Belemniten und Ammoniten.

D. In England, dessen Dogger schon im §. 375 ausführlicher besprochen worden ist, zieht von der Halbinsel Portland und von Lyme Regis am Kanale aus ein schmaler, nach Osten gekrümmter, Doggerbogen an der östlichen Außenseite des Lias über Bath und Lincoln nach

§. 380. Norden bis zur Nordsee (Umgebung von Stockton). Derselbe bildet eine flache, nach Osten hin abfallende, Terrasse, welche dann weiter vom weißen Jura umgrenzt wird.

II. Der **weiße Jura** ist ein treuer Begleiter des Doggers.

A. In Deutschland.

a. Im Gebiete der nördlichen Kalkalpen tritt er in zahlreichen Inseln über der Trias auf, aber noch ist von gar manchen derselben nicht entschieden, zu welcher Jura-Etage ihre einzelnen Ablagerungen gehören.

1) In den bayerischen Alpen scheint nach Gümbel der graulichweiße, stellenweise viele Foraminiferen, Spongiten und Korallen führende, Kalkstein des Barmsteins bei Berchtesgaden in die Zone der Spongitenkalke zu gehören, während die Oberalmer Schichten bei Hallein und die kieselreichen, sehr viel Aptychen, Am. biplex, Bel. hastatus u. s. w. haltigen, Kalkschiefer von Ammergau wahrscheinlich der Kimmeridgegruppe zugehören.

2) In den österreichischen Alpen gehören nach Fr. v. Hauer die rothen, hornsteinreichen Kalksteine zwischen St. Veit, Lainz und Hietzing bei Wien, ferner die im Wiener Sandsteine auftretenden weißen Kalksteine und rothen Schiefer mit Aptychen und Belemniten, weiter die am Krenkogel in der Großau und bei Aussee vorkommenden hellgrauen Kalksteine mit Am. inflatus und endlich der viele Nerineen und Diceraten haltige Kalkstein des Plassenberges bei Hallstatt in die obere Etage des weißen Juras.

b. Im südlichen Deutschland.

In Schwaben und Franken bilden die schon im §. 376 bis 379 ausführlicher besprochenen Glieder des weißen Juras die ganze, dem Dogger aufsitzende, als gewaltige von Westen her steil aufsteigende und nach Osten hin sanft abfallende, Hochplateaumasse des schwäbischen Juras, welche vom Rheinthal aus bis zum Thale der Altmühl nach Nordost, dann aber von letztgenanntem Thale an bis zum Main nach Nord streicht.

c. Im nordwestlichen Deutschland, und zwar nördlich vom Harze, lagert zwischen der Saale und Elbe einerseits und der Ems andererseits eine jurassische Zone, welche indessen unter den jüngeren Formationen, namentlich unter dem Diluvium, zum Theil so vergraben liegt, daß nur ihre höher gelegenen Ablagerungsmassen inselförmig aus dem Diluvium hervortreten. Dieses ist namentlich der Fall mit dem zwischen der Saale und Leine gelegenen Juragebiete. Westlich von der Leine aber bildet der Jura zusammenhängende Höhenzüge, welche das Wesergebirge zusammensetzen und die Triasgebilde des Deisters, Süntels und Teutoburger Waldes mit einem hügeligen Wall umgürten.

d. In Oberschlesien zeigt der weiße Jura in dem schon beim Dogger erwähnten Gebiete nach Zeuschner zwei Abtheilungen. Die untere

besteht in drei Etagen aus rothen, hellgrauen und weißen Kalk- §. 380.
steinen mit Terebratula lacunosa und planulaten Ammoniten; die obere aber ist zusammengesetzt aus mergeligen, ungeschichteten und reinen, geschichteten, hellfarbigen Kalksteinen mit Scyphien, Terebrateln und planulaten Ammoniten.

B. In der **Schweiz** zeigen sich wohl zunächst in manchen Alpengebieten, z. B. in der Umgebung des Saonethales, des Thuner und Brienzer Sees, Ablagerungen des weißen Juras, aber noch ist es nicht vollständig entschieden, zu welcher Etage und Zone dieselben gehören. Dagegen tritt nun der weiße Jura mächtig entwickelt in dem Schweizer Juragebirge, — dem Gebiete, welchem überhaupt die Juraformation den Namen verdankt —, auf. Von der unteren Etage des weißen Juras machen sich zwar unmittelbar über den Ornatenthonen nur die Thonmergel mit Terebratula impressa bemerklich; auch sind aus der mittleren Etage desselben nur die Spongitenkalksteine, aber auch nur in mäßiger Mächtigkeit, vorhanden; dagegen erscheint die obere Etage namentlich durch graulichweiße Thone und geschichtete hell gefärbte Kalksteine mit Diceras arietinum, Nerineen und Pholadomyen stark entwickelt.

C. In **Frankreich** ist der weiße Jura stets ein treuer Begleiter des Doggers, indem er zunächst zwischen diesem und dem Kreidemeere des inneren Frankreichs rings um das letztere eine bald breitere, bald schmälere Terrasse bildet, welche von strahlig nach dem Centrum Frankreichs hinziehenden und tief eingeschnittenen Flußthälern vielfach durchfurcht erscheint und bis zum Strande des Kanals reicht, wo sie einerseits bei Boulogne und andererseits bei Caen ihr Ende erreicht; sodann aber das Hochland Südfrankreichs an seiner West- und Südseite mit einer, aus dem Dogger hervortretenden, Reihe von Jurainseln theils gegen das Kreide-, theils gegen das Tertiärgebiet hin umgürtet. — In diesen sämmtlichen Gebieten scheint die untere Etage des weißen Juras ganz zu fehlen, ebenso sind aus der mittleren Etage nur die Spongitenkalke noch in der Bourgogne vorhanden, dagegen im nördlichen Frankreich scheinbar verschwunden; aber der obere Jura zeigt sich namentlich mit seinen geschichteten, Terebrateln und Echiniden haltigen, Kalksteinen, seinem oolithischen, viel Radiaten und Trigonia clavellata haltigen, Corallrag, seinen Diceraskalksteinen und seinen gelblichweißen, Am. gigas, Nautilus giganteus und Exogyra virgula haltigen, Plattenkalken (— z. B. in der Bourgogne —) stark entwickelt.

D. In **England** umgürtet der weiße Jura den Dogger mit einer flachen, nach Osten hin abfallenden, Terrasse vom Kanal an bis ins Flußgebiet des Derwent (im Norden von England). — In diesem Gebiete sind die schon im §. 378 ausführlicher angegebenen Glieder des weißen Juras enthalten.

Bemerkung. In Rußland, so namentlich im Gebiete von Moskau und in der Krimm, soll auch der obere Jura vorhanden sein.

§. 381. III. Die Kreideformationen.

(Quader- oder Grünſandformation z. Th., Formation crétacée, Chalkformation oder cretaceous group).

Namen-Erklärung: Den Namen: „Kreideformationen" erhielten die hierher gehörigen Formationen in Südengland und Nordfrankreich, wo man dieſelben zuerſt genauer unterſuchte und nun nach dem in dieſen Gebieten am meiſten hervortretenden Gliede derſelben, der Schreibkreide, benannte. Da nun in eben dieſen Landesgebieten, ebenſo wie auch in Weſtphalen und Nordamerika, nächſt der Kreide auch durch Glaukonit grün gefärbte oder grün gefleckte Sandſteine und Mergel in den hierher gehörigen Formationen eine große Rolle ſpielten, ſo benannte man ſie auch Grünſandformation, und weil in Sachſen, Böhmen und Schleſien Quaderſandſteine das Hauptbildungsmaterial für die Kreideformation abgaben, ſo wurde von vielen deutſchen Geologen für dieſe Formation der Namen Quaderſandſteinformation eingeführt.

Als man nun bei der weiteren Unterſuchung der Kreideformation bemerkte, daß dieſelbe nach ihren Ablagerungsverhältniſſen und den Organismenreſten in ihren verſchiedenen Etagen große Verſchiedenheiten zeigte, ſo theilte man ſie in mehrere Unterformationen oder Etagen, welche man theils nach den Ablagerungsgebieten, in denen man ſie zuerſt beobachtete oder ausgezeichnet entwickelt fand, theils nach irgend einem Hauptgliede derſelben benannte. Auf dieſe Weiſe wurde

1) die unterſte Etage der Kreideformationen von Thurmann nach ihrem erſten Beobachtungsorte im Canton Neuenburg nach deſſen griech. Namen: Neocomum die Neocomformation (terrain néocomien), oder ſpäter nach ihrem Hauptablagerungsgebiete in Deutſchland, — nach der Hilsmulde, ſüdlich vom Teutoburger Walde —, die Hilsformation;
2) die darauf folgende Etage nach ihrem zuerſt in England erkannten Charakter und zwar nach einem in Cambridgeſhire vorkommenden Hauptgliede derſelben, einem — Gault genannten — Thone, die Gault-, Golt- oder Galtformation, von d'Orbigny aber nach ihren Hauptlagerorten in Frankreich, theils nach Apt in dem Dep. der Baſſes Alpes, theils nach dem Dep. der Aube oder Alba, die étage aptien und albien;
3) die nun folgende Etage nach der franzöſiſchen Stadt Mans oder Cenomanum die Cenomanformation;
4) die weiter folgende Etage nach der franzöſiſchen Landſchaft Touraine oder Turonia die Turonformation;
5) die oberſte Etage endlich nach der Stadt Sens oder der Heimath der alten Senones die Senonformation

benannt.

§. 382. **Ablagerungsorte derſelben im Allgemeinen.** — Es iſt ſchon im §. 379 darauf aufmerkſam gemacht worden, daß während der Juraperiode wiederholt Senkungen und Hebungen der juraſiſchen Ablagerungen ſtattfanden, in Folge deren die in der Strandzone des ehemaligen Jurameeres befindlichen Sedimente zeitweiſe über den Meeresſpiegel emporgehoben und theilweiſe ganz trocken gelegt wurden, während die weiter von der Strandzone gelegenen Ablagerungsmaſſen, — auch wenn ſie anfangs zugleich mit über den Meeresſpiegel emporgehoben worden waren —, in Folge der Verdichtung ihrer Maſſen durch ihre Eigenſchwere getrieben um ſo tiefer wieder in das Meeresbett zurückſanken, je weiter ſie vom Strande entfernt waren. Dieſes Zurückſinken unter den Waſſerſpiegel fand ſelbſt noch theilweiſe in den mittleren Regionen der, von Brack- und Süßwaſſer-

bildungen erfüllten, Meeresbusen oder Haffs statt, so daß die in denselben §. 382.
entstandenen Sumpf- und Süßwasserniederschläge wieder von später erfolgenden Meeressedimenten überschüttet werden konnten. Ueber allen den am Schlusse der Juraperiode unter Wasser liegenden Juraablagerungen nun entwickelten sich in der jetzt folgenden Periode die verschiedenen Glieder der Kreideformationen in einer Gesammtmächtigkeit von etwa 12,000 Fuß.

Im Allgemeinen befanden sich um Europa herum am Schlusse der Juraperiode folgende Meeresräume, in denen sich die Kreideformationen entwickelten (— Kreidemeere —):

a. Das Nordkreidemeer, welches an seiner Südseite in Frankreich durch die paläo- und azoischen Landmassen der Bretagne und das Hochplateau Südfrankreichs, weiter nach Osten hin aber durch das Juragebirge und den mitteldeutschen Gebirgsgürtel begrenzt wurde, und

b. das Südkreidemeer, welches die eben genannten Landesgebiete zur Nordgrenze hatte.

Diese beiden Meeresräume waren wenigstens in der ersten Hälfte der Kreideperiode, zur Zeit der Neocombildungen, von einander getrennt; dafür sprechen nicht blos die verschiedenartigen Ablagerungsmassen, welche im nördlichen Kreidemeer vorherrschend aus thonigen Massen, im südlichen Kreidemeer aber namentlich aus hellen Kalkgesteinen bestehen, sondern auch die verschiedenartigen Organismen, deren Reste sich in den gleichalterigen Sedimenten beider Meere finden, und unter denen im nördlichen Meere namentlich Belemniten und Ammoniten, im südlichen Meere aber vor allen die merkwürdigen Hippuriten hervortreten.

In einem Theile des Nordkreidemeeres lagern gegenwärtig

1) die englischen Kreidebildungen, welche den östlichen Außenrand der Juraablagerungen von Nord nach Süd umgürten;

2) die französischen Kreidebildungen, welche den größten Theil des Pariser Beckens ausfüllen und ringsum vom Jura umwallt werden;

3) die norddeutschen Kreidebildungen, welche zunächst den mitteldeutschen Gebirgsgürtel nach dem Tieflande hin einfassen und dann aus dem diluvialen Tieflande inselförmig hervorragen; außerdem aber auch noch einen Haupttheil der Weichselkreideformation zusammensetzen.

In dem anderen Theile des Nordkreidemeeres befindet sich gegenwärtig noch Meer, in dessen Tiefen sich vielleicht noch jetzt Kreide-Ablagerungen entwickeln.

Das Südkreidemeer dagegen umfaßt in Europa

1) die Kreidebildungen am Nordstrande des Mittelmeeres, so namentlich in Spanien, im südlichen Frankreich, an der Ostseite des Adriameeres und der Südseite der venetianischen und julischen Alpen, sowie der dalmatinischen Gebirgszüge;

2) die Kreidebildungen, welche vom Rhonethale aus zwischen dem Jura und den Westalpen hindurch das schweizerisch-bayerische Kreidemeer einnehmen und theilweise bis Wien reichen;

3) die Kreidebildungen, welche aus der Gegend von Dresden dem Elbthal entlang nach dem nördlichen Böhmen ziehen, die sächsisch-böhmische Quadersandsteinformation zusammensetzen und südwärts bis fast nach Brünn in Mähren (— ja vielleicht bis in die Umgebung von Wien? —) reichen. Ebenso scheinen die Neocombildungen der Karpathen wenigstens theilweise hierher zu gehören.

In den meisten dieser Kreidemeere lagern, wie schon gesagt, die Kreideformationen in der Regel auf den oberen Gliedern der Juraformationen, und zwar häufig so concordant, daß sich die obersten Ablagerungen des Juras und die untersten Sedimente der Kreide unmittelbar berühren und, wenn keine Organismenreste in den sich berührenden Ablagerungen vorhanden sind, das Ende des Einen und der Anfang des Anderen kaum zu finden ist. Es giebt aber auch Fälle, in denen die Kreideformation unmittelbar auf einer weit älteren Formation, z. B. in Westphalen und Belgien auf dem Steinkohlengebirge oder in Nordamerika auf der Trias oder selbst auf den Urschiefern lagert.

In diesen letztgenannten Fällen muß man annehmen, daß diese älteren Erdrindebildungen, nachdem sie lange Zeiträume hindurch über dem Meeresspiegel hervorgeragt hatten, kurze Zeit vor dem Beginne der Kreidegliederbildung wieder unter den Meeresspiegel zurückgesunken waren.

Bei einer vollständigen Entwickelungsreihe der Formationen bildet eine der Braunkohlenformationen, am meisten die eocäne, die Decke der Kreideformationen, nicht selten aber lagern sie auch unmittelbar unter dem Diluvium; ja da, wo sie noch vor der Bildung der tertiären und quaternären Formationen, über den Meeresspiegel emporgehoben sind, wie dieses namentlich in den Strandzonen der oben genannten Kreidemeere der Fall gewesen ist, treten sie in bedeutenden Massen an der Erdoberfläche zu Tage.

§. 383. **Bildungsmaterialien der Kreideformationen.** — Vor allem lieferten die schon über den Meeresspiegel hervorragenden älteren Erdrindemassen, und namentlich die jurassischen Ablagerungen, das Hauptmaterial zur Bildung der Conglomerate, Sandsteine, Thone, Mergel und Kalksteine, aus denen vorzüglich die unteren Etagen der Kreidegruppe zusammengesetzt sind. Zu diesen Materialien gesellten sich weiter die, durch die Meereswogen zu feinem Sand oder Mehl zerriebenen, Körperreste zahlreicher Korallen und Conchylien, sowie Myriaden mikroskopischer Foraminiferen, welche im Kreidemeere üppig wucherten, und aus denen hauptsächlich die Kalksteine, Kreidearten und Kalkmergel der oberen Kreideetagen gebildet wurden. Da, wo sich die Wealdenformation entwickelt hat, gaben auch Cycadeen, Farne und Coniferen ein oft reichliches Bildungsmaterial von Steinkohlen. Endlich lieferte auch die, im Kreidemeer sehr reichlich vorhandene, Kieselsäure nicht nur häufig das Bindemittel für viele Sandsteine, sondern auch die Bildungssubstanz für die, in der oberen Kreide außerordentlich verbreiteten, Feuersteine. Außerdem tritt namentlich in den Sandsteinen und Mergeln noch eine

Beimengung auf, welche zwar auch in den eben genannten Ablagerungs- §. 383.
massen anderer Formationen vorkommt, aber nirgends in solcher Menge und Häufigkeit als in den Kreideformationen. Es ist dieses der Glaukonit, ein in gelb-, blau- bis schwarzgrünen Körnchen auftretendes, wesentlich aus wasserhaltigem Eisenoxydulsilicat bestehendes, Mineral, welches die Masse der Kreidesandsteine und Kreidemergel oft ganz grün färbt (Grünsandstein und Glaukonitmergel).

Ueber diese eben genannten Bildungsmassen der einzelnen Kreideformationen ist nun noch Folgendes zu bemerken:

1) Die **Conglomerate**, welche vorzüglich in den Sandsteingebieten die untersten Ablagerungen bilden, zeigen in einem thonigen, mergeligen oder auch kieseligen Bindemittel am häufigsten abgerundete, wallnuß- bis kopfgroße Quarzgerölle; wenn aber die Kreideformation unmittelbar auf einer der paläozoischen oder azoischen Formationen lagert, dann zeigen diese Grundconglomerate auch Trümmer von den Massen ihrer unmittelbaren Unterlage. In dieser Weise zeigen im Plauenschen Grunde bei Dresden die dem dasigen Syenite aufgelagerten Quader-Conglomerate Syenitgerölle und ebenso enthält in Westphalen bei Werl, Rüthen u. s. w. die aus Glaukonitsand bestehende unterste Schicht Trümmer von Quarz, Kieselschiefer, Kohlensandstein, kurz von der unter ihr lagernden Steinkohlenformation. — Die Conglomerate spielen indessen nur eine untergeordnete Rolle, da sie nur locale Gebilde sind, welche in der Regel auch keine bedeutende Mächtigkeit erreichen.

2) Anders aber ist es mit den **Sandsteinen**, denn diese kommen nicht nur in allen Etagen vor, sondern bilden auch in manchen Kreidegebieten das mit gewaltiger Mächtigkeit auftretende Hauptbildungsmaterial ganzer Etagen. Die durch ihre Mauer-, Pfeiler-, Obelisken- und Steinwälderbildungen berühmten Quadersandsteinmassen der sächsischen und böhmischen Schweiz zeigen dieses in großartigem Maße.

Die hierher gehörigen Sandsteine sind von doppelter Art. Die Einen nemlich haben ein thoniges oder mergeliges Bindemittel und umschließen nur abgerundete, oft fast farblose und durchscheinende, Quarzkörnchen; die Anderen dagegen haben ein mehr oder weniger von erstarrter Kieselsäure oder auch von Kalkspath durchdrungenes Bindemittel, in welchem gewöhnlich abgerundete Quarzkörner, bisweilen aber auch wirkliche, wenn auch meist nicht vollständig ausgebildete Quarzkrystalle und zwar bisweilen so dicht an einander gedrängt liegen, daß das Bindemittel fast ganz verschwindet und die Sandsteine einem krystallinischen Quarzite ähnlich werden. Im Allgemeinen kann man demnach in den Kreideformationen mehrerlei Sandsteine nach ihrem Hauptbestande unterscheiden:

a. Ganzklastische Sandsteine mit thonigem Bindemittel und abgerundeten, größeren oder kleineren Quarzkörnern;

b. halbklastische Sandsteine, welche

α. theils ein kieselig-thoniges oder ganz kieseliges, theils ein mergeliges oder ein krystallinisch-kalkiges, theils ein eisenschüssiges,

§. 383. thoniges oder auch aus reinem Eisenoxyd bestehendes Bindemittel besitzen;

β. aus mehr oder weniger ausgebildeten Quarzkrystallen bestehen, welche entweder durch sehr weniges, oft kaum wahrnehmbares, thoniges Bindemittel zusammengekittet oder auch durch gegenseitige Verwachsung zum Ganzen verbunden erscheinen — und dann wirkliche krystallinische Sandsteine darstellen.

Alle diese Sandsteine, vor allen aber die thonigen und mergeligen, können nun auch noch Glaukonit, theils fein zertheilt, theils in Körnern und zwar in solcher Menge enthalten, daß die ganze Sandsteinmasse gleichmäßig grüngrau, blaugrün bis schwarzgrün gefärbt erscheint und dann den glaukonitischen Sandstein oder Grünsandstein darstellt.

Nicht selten endlich kommt es auch vor, daß Sandsteinmassen kurz nach ihrer Entstehung durch Wasserfluthen ihres thonigen Bindemittels wieder so beraubt worden sind, daß sie nur noch eine mehr oder minder bindungslose Aggregation von Sandkörnern bilden. War nun vorher die Sandsteinmasse ganz von Glaukonitkörnern durchdrungen, so stellt sie jetzt nach Abschlämmung ihres Bindemittels den sogenannten Glaukonitsand dar.

a. Unter den oben erwähnten Beimischungen der Kreidesandsteine macht sich zunächst die Kieselsäure bemerklich. Denn sie bildet nicht nur theils für sich allein, theils in Untermischung mit Thon das Bindemittel dieser Sandsteine (z. B. in der Teufelsmauer am Nordrande des Harzes, bei Wehlau in der Lausitz u. s. w.), sondern füllt auch bisweilen (z. B. am Regenstein bei Blankenburg am Harz) alle die Spalten und Risse aus, welche bei der Erstarrung der Sandsteinmasse entstanden sind, so daß die aus ihr entstandene Hornsteinmasse gewissermaßen das Gerüste bildet, dessen Räume durch Sandsteinmasse ausgefüllt erscheinen und dann, wenn im Zeitverlaufe durch den Regen diese letztere erweicht und ausgeschlämmt wird, das Hornsteingerüste überall da Lücken, Zellen und Höhlungen zeigt, wo vorher die Sandsteinmasse gesessen hat (z. B. an dem Regensteine). Es kommen ferner auch kieselige Sandsteine vor, in denen die Kieselsäure an Masse so überwiegend ist, daß dieselben wie braune oder rothe Jaspisschichten aussehen (z. B. nach Virlet in Morea). Ganz eigenthümlich sind endlich auch die hirsekorn- bis erbsengroßen, fast vollständig ausgebildeten, Quarzkrystalle, aus denen manche der hierher gehörigen Sandsteine (z. B. bei Grüllenburg, Paulshain und Ruppendorf in Sachsen) zusammengesetzt sind, und welche offenbar aus einer Kieselsäurelösung entstanden sein müssen. — Alle diese Erscheinungen sowohl, wie auch die massenhaft auftretenden Flintlagen in der oberen Kreide und die hie und da (z. B. bei Amberg in der Oberpfalz) verbreiteten Tripelablagerungen deuten darauf hin, daß während der Kreideperiode das Meerwasser sehr reich an gelöster Kieselsäure gewesen sein muß.

b. Nächst der Kieselsäure spielt das Eisenoxydhydrat eine große §. 383.
Rolle namentlich in den Sandsteinen der unteren Kreideformationen, vorzüglich des Neocom. Nicht genug, daß es der Masse der Sandsteine oft in solcher Menge beigemengt ist, daß es dieselbe intensiv braun färbt, bildet es auch häufig im reinen oder mit Sand untermischten Zustande das Ausfüllungsmittel aller Austrocknungsspalten in der Sandsteinmasse, so daß dieselben ockergelb gefleckt, geadert oder getigert („Tigersandstein") aussehen, oder Platten, Knollen, Kugeln oder wurzelförmig verästelte Concretionen, welche den sich noch gegenwärtig in dem Diluvialsande Westphalens und Hannovers bildenden „Ortsteinen oder Klumpen" ähnlich sind. An den Borkenbergen östlich von Haltern und am Stimmberge in Westphalen kommen in dem Grünsande solche Eisenconcretionen in großer Menge und Mannichfaltigkeit vor. Bedenkt man, daß die Quadersandsteine Böhmens, Mährens und anderer Kreidegebiete oft sehr reich an Eisenkiesknollen sind, welche bei ihrer Vitriolescirung stets Braun- und auch Rotheisenerz geben, so möchte man glauben, daß die eben beschriebenen Eisenocker-Concretionen aus solchen Eisenkiesen entstanden sind; indessen können sie auch ähnlich, wie die noch in der Gegenwart sich bildenden Raseneisenerze aus torf- oder quellsauren Eisenoxydlösungen, welche das Wasser in die Sandsteinspalten fluthete, erzeugt worden sein.

c. Bemerkenswerth erscheinen endlich auch noch die bis 100 Fuß mächtig werdenden Ablagerungen von losem, in der Regel grobem und mit wallnußgroßen Geröllen von Quarz, Hornstein, Kieselschiefer oder auch von Kieselsandstein untermengtem, Sande, welche bald die unterste Ablagerung der ganzen Kreideformation, z. B. bei Aachen, bald die oberste Etage der Kreideformation, in dem Senon, — z. B. nach F. Römer in Westphalen, zwischen Haltern und Recklinghausen, ferner nach Beyrich am Nordrande des Harzes bei Quedlinburg oder auch an dem Nordabhange des Riesengebirges am Bober und Queiß — bildet, aber auch auf der Grenze des unteren Quaders und Pläners auftritt, z. B. nach Geinitz bei Bannewitz unweit Dresden, wo er unzählbare verkieselte Röhren von Serpula plexus enthält. Diese Sandablagerungen sehen oft den, von Raseneisenerzen durchzogenen, Geest- oder Diluvialsandanhäufungen des nördlichen Deutschlands so ähnlich, daß man annehmen möchte, daß sie ganz in derselben Weise, wie diese, entweder durch einfache Anfluthungen durch die Meereswogen oder auch dadurch entstanden sind, daß sie zuerst thonige Sandsteine waren, welche dann durch Meeresüberfluthungen ihr Bindemittel verloren haben.

Die Sandsteine der Kreideformationen sind stets geschichtet, obgleich bei sehr starker Mächtigkeit der einzelnen Ablagerungsmassen, zumal wenn sie unmittelbar auf einander liegen, die Schichtung oft nicht deutlich hervortritt. Dabei besitzen ihre Schichten häufig senkrecht ihre Masse durchsetzende Absonderungsklüfte, durch

§. 383. welche ihre einzelnen Schichten in würfelförmige Blöcke (Quader) abgesondert werden, weshalb man auch die hierher gehörigen Sandsteine Quadersandsteine genannt hat. Diese senkrechten Absonderungsklüfte sind es nun auch, welche zunächst im Verbande mit den Schichtklüften den Wänden dieser Sandsteine das Ansehen von Riesenmauern geben, wie man z. B. bei Schandau im Elbsandsteine bemerken kann (vgl. Fig. 30 auf S. 106), sodann aber auch bewirken, daß, wenn sie bis zur Oberfläche der Sandsteinablagerungen reichen, das Regenwasser in sie eindringt und im Verlaufe der Zeit die einzelnen Absonderungsmassen so abspült, daß aus ihnen lauter einzelne Pfeiler werden, zwischen denen dann sich enge Klüfte hinwinden. Die sogenannten Steinwälder der sächsischen und böhmischen Schweiz zeigen alle diese Einwirkungen des Wassers auf die Quadersandstein-Ablagerungen im großartigsten Maße. (Vgl. hierzu das schon im §. 41d S. 102 u. ff. Mitgetheilte, sowie auch Fig. 25 auf S. 103.).

3) Im Gebiete der Sandsteine befinden sich theils zwischen, theils über den Schichten derselben sehr häufig mehr oder minder mächtige Einlagerungen oder auch Ablagerungszonen von vorherrschend dunkel- oder bläulichgrauen, fetten **Thonen** und **Schieferthonen**, welche meistens reich an Organismenresten sind und oft auch zahlreiche Knollen und Nieren von Eisenkies (— Pyrit wie Markasit —), thonigem Brauneisenerz und Phosphorit enthalten.

Am meisten treten die Thone in den unteren Formationen der Kreide, im Golt und Neocom auf. Im Neocom des nordwestlichen Deutschlands spielen sie unter dem Namen der Hilsthone, welche in der Hilsmulde bei Alfeld, bei Hildesheim und auch am nördlichen Abhange des Deisters in einer Mächtigkeit von 60 Fuß vorkommen, eine Hauptrolle; ja in der Umgebung von Braunschweig vertreten sie nach v. Strombeck mit einer Mächtigkeit von mehreren Hundert Fuß geradezu den Neocom. — In England sind diese Thone das Hauptbildungsmaterial der Goltformation und treten in Cambridgeshire mit einer Mächtigkeit von 140 Fuß und in Yorkshire bei Speeton (als sogenannter Speetonclay) sogar 180 Fuß mächtig auf. Ueberall sind sie daselbst reich an wohl erhaltenen Organismenresten, aber auch an Knollen von vitriolescirendem Eisenkies und braunem Phosphorit. —

Indessen bilden die Thone auch in der über dem Golt lagernden Cenomanformation mehr oder minder bedeutende Ablagerungen. Dieses ist z. B. in Sachsen, wo sie sich meist im unteren Quadersandsteine, bei Leiteritz unweit Dresden, bei Pirna und bei Niederschöna zeigen, ferner in Schlesien bei Bunzlau der Fall. Endlich kommen auch in den turonischen Sandsteinen bei Aachen und bei Verviers in Belgien Einlagerungen von Walkthon vor.

4) Die **Mergel** der Kreideformationen sind vorherrschend Kalkmergel mit einer größeren oder geringeren Beimengung von feinem Sande oder auch von zarten Glimmerschüppchen, zu denen sich dann oft noch mehr

oder weniger Glaukonitkörnchen gesellen. Aeußerlich erscheinen sie in §. 383.
Folge von Verwitterung ihres Bitumen- oder Humusgehaltes häufig gelblichweiß oder auch lichtbräunlichgrau, während ihr Inneres hellbläulich- oder aschgrau ist; bisweilen jedoch sind sie in Folge von starkem Kalk- oder Kreidegehalt auch weißlich. Ihr Gefüge ist theils feinerdig, theils sandig-erdig; ihre Schichtung aber stets deutlich und bald dünn bald dick. Unter dem Einflusse der Witterung zerspringen sie in ebene Scherben, welche bisweilen fast regelmäßig sechseckig sind, so daß die Oberfläche einer solchen Mergelablagerung das Ansehen einer aus lauter Hexagonaltäfelchen zusammengesetzten Platte erhält, wie man z. B. bei Miramare unweit Triest am Karst beobachten kann. Außerdem aber zeigt der sehr kalkreiche, sandige Mergel oder Mergelkalkstein (z. B. mancher Pläner) ganz ähnlich dem Quadersandsteine häufig eine senkrechte Absonderung seiner Schichten in quadratische Tafeln und würfelige Stücken. — Wie die Thone, so enthalten auch die Mergel oft Knollen und Nieren von Eisenkiesen, Hornstein und Phosphorit, sowie häufig auch wohl erhaltene Organismenreste. —

Da das Mischungsverhältniß der Mergelgemengtheile — des Kalkes, Thones und Sandes — kein fest bestimmtes ist, so müssen die Mergel nicht nur oft Uebergänge einerseits in mergeligen Sandstein und andererseits in thonigen Kalkstein, sondern auch unter sich selbst vielfache Abänderungen in ihrer Masse zeigen. Die am mächtigsten auftretenden dieser Abarten sind folgende:

a. Der Flammenmergel (firestone z. Th.), ein dünnschichtiger oder auch schiefriger, blaugrauer oder gelblichgrauer, von dunklen Wellenstreifen oder Flammen durchzogener, sandreicher Thonmergel, welcher im nordwestlichen Deutschland eine Mächtigkeit von 400 bis 700 Fuß erreicht, die Zone unter dem Pläner einnimmt und als das Aequivalent des oberen Golt angesehen wird.

b. Ueber dem Flammenmergel lagert in den Gebieten des böhmischen, schlesischen, sächsischen, hannoverschen und westphälischen Turons der Pläner, ein lichtgrauer, bisweilen glaukonitischer Mergel, in welchem 44 bis 86 Procent kohlensauren Kalkes mit Thon und Kieselpulver oder pulverigem Quarzsand gemengt erscheint und von welchem man je nach der Größe seines Kalk- und Quarzgehaltes Plänermergel mit weniger als 80 Procent Kalk, Plänerkalkstein mit mehr als 80 Proc. Kalk und kalkigen Plänersandstein mit starkem Kieselpulvergehalte unterscheidet. Er zeigt die oben genannte Absonderung in quadratische oder rechteckige Platten („Plänen") am stärksten.

c. In der Senonetage lagert zwischen dem oberen Grünsande und der eigentlichen Kreide in England, Frankreich und auch im nördlichen Westphalen (z. B. bei Cösfeld, Ahaus, Recklingshausen, Haldem und Lemförde östlich vom Teutoburger Walde) ein weißer oder hellgrauer, oft auch durch Glaukonit grünlich gefärbter, weicher und feinerdiger und oft zahlreiche Foraminiferen haltiger Kalkmergel,

§. 383. welcher als eigentlicher Kreidemergel („lowerchalk“ z. Th.) bezeichnet wird.

5) Die **Kalkgesteine** der Kreideformationen sind von doppelter Art. Die einen, welche als eigentliche Kalksteine zu betrachten sind, bestehen aus einer dichten, seltener krystallinischen oder aus kugeligen, pisolith- oder oolithartigen, Körnern zusammengesetzten, mineralischen Kalkcarbonatmasse, sind vorherrschend weißlich, gelblich oder roth, bisweilen auch schwarz gefärbt und zeigen sich in den verschiedenen Etagen der Kreideformationen sehr verbreitet. Die anderen Kalkgesteine dagegen bestehen vorherrschend aus mikroskopischen Organismenresten, nemlich aus einem Gemenge von äußerst feinen, concav-convexen Kalkscheibchen (— sogenannten Coccolithen —) und zahlreichen Foraminiferen, unter denen namentlich Textularia globulosa, Text. aciculata und Rotalia globulosa überall hervortreten, sind vorherrschend weiß ins Gelbliche und Grauliche, mehr oder weniger weich und abfärbend und stellen die Kreide dar, welche schon im §. 226 S. 603 näher beschrieben worden ist.

a. Unter den eigentlichen Kreidekalksteinen unterscheidet man nach den in ihrer Masse vorherrschenden Organismenresten Korallenkalkstein, welcher aus unzähligen, durch ein kalkiges Bindemittel verkitteten, Korallenresten besteht, wahrscheinlich ein verkalktes Korallenriff ist und auf Faxöe bis 100 Fuß mächtig über der weißen Kreide lagert (— Kalkstein von Faxöe auf Seeland —), und Rudisten- oder Hippuritenkalkstein (— Sewenkalk der Schweizer Alpen oder Gosauschichten des Salzkammergutes —), welcher in seiner Masse ganz erfüllt erscheint von Hippuriten und anderen Arten aus der Familie der Rudisten und im südlichen Europa in der Cenoman- und Turonformation herrscht. — Außerdem unterscheidet man noch namentlich in den Kreideformationen Italiens die weiße oder grauliche, Flintknollen umschließende und zur Neocombildung gehörige, Majolica, die dünnschichtige, bei der Verwitterung sich blätternde und das oberste Glied der italischen Kreideformation bildende, Scaglia, die weiße Albereſſe und die sandige, harte Pietra forte in Toscana.

b. Von der Kreide unterscheidet man ferner folgende Abarten:

α. Die weiße Schreibkreide, am reinsten und weißesten, milde, leicht abfärbend und schreibend, ohne zu ritzen oder zu reiben, in der oberen Region der Senonformation. Ausgezeichnet durch ihre zahlreichen Feuersteinknollen, deren einzelne Lagen die Oberfläche jeder einzelnen Kreideschichte bedecken und hierdurch die oft sehr undeutliche Schichtung der Kreide abmarken und allen Biegungen und Verwerfungen derselben folgen. Indessen tritt der Feuerstein auch in kleinen, grauen oder schwarzen Körnchen auf, welche bisweilen durch die ganze Kreidemasse so zahlreich verbreitet sind, daß sie dieselbe grau, hart und sandig machen. — Die Oberflächenbildung der Kreide ist da, wo ihre Ablagerungen keine Störungen erlitten haben, sehr einförmig, wo aber ihre

Massen durch Erderschütterungen oder durch die Erosion stark gelitten haben, wie dieses namentlich am Strande des Meeres der Fall ist, da bilden sie steil ansteigende, durch Klüfte zerrissene Klippen und Felswände, welche an ihrem Fuße eine mehr oder minder mächtige Ablagerung von Feuersteinknollen besitzen, während an ihren weißen steilen Gehängen überall die Feuersteinlagen wie schwarze Schichtlinien hervortreten. Recht großartig kann man dieses an den 400 Fuß hohen, fast senkrechten Kreidefelsen der Stubbenkammer (— namentlich an dem Königsstuhle —) auf der Insel Rügen sehen (Fig. 346). §. 383.

Fig. 346. Große Stubbenkammer auf Rügen (nach einer Photographie).

Durch Aufnahme von Thontheilen wird die weiße Kreide, ähnlich wie durch die oben erwähnten Flintkörnchen, grau, hart und geht allmählich in Kreidemergel über. Nicht selten sind auch ihrer Masse thonige Eisenockertheilchen so innig beigemengt, daß sie weißlichgelb gefärbt erscheint. Diese gelbe Kreide ist in dem Departement der Indre und Loire (in der Touraine) weit verbreitet und scheint den weichen, hellgelben Kreidemergeln von Lemförde und Haldem in Westphalen verwandt zu sein.

β. Die Korallenkreide oder der Liimsteen Dänemarks, welcher das oberste Glied der Senonformation von Jütland, Fünen und Seeland bildet, ist eigentlich ein Kreidesandstein, welcher aus kleinen Korallentrümmern besteht, die durch Kreidemasse unter einander verkittet sind. Diese eigenthümliche, mürbe bis fast erdige Kreide tritt schon auf Rügen bei Saßnitz auf, wo man aus ihr durch Abschlämmung der Korallentheilchen weiße Schreibkreide gewinnt.

§. 383. 7. Die Tufffkreide (craie tuffeau), welche im Petersberge bei Maeſtricht und bei Falkenberg mit einer Mächtigkeit von 90 bis 100 Fuß auftritt, iſt ein gelblicher, weicher, ſchneidbarer, krümelig-erdiger Kalkſtein, deſſen Maſſe vorherrſchend aus zermalmten und theilweiſe zu Pulver zerriebenen, Reſten von Foraminiferen, Bryozoën, Korallen, Echiniden und Conchylien beſteht, oft der Korallenkreide ähnlich ſieht und, wie dieſe, ihren organiſchen Reſten nach die oberſte Ablagerung der ſenoniſchen Kreide bildet.

Außer den eben betrachteten Ablagerungsmaſſen, welche wegen ihrer allgemeinen Verbreitung in den verſchiedenen Etagen der Kreideformationen als Hauptglieder derſelben gelten müſſen, kommen in den Kreidegebieten mancher Gegenden noch mancherlei Ablagerungen vor, welche theils nur als locale Gebilde, theils als untergeordnete Lagermaſſen betrachtet werden müſſen. Zu dieſen gehören, — außer dem, hie und da (z. B. im Baſſin des Adour und bei Grenoble) vorkommenden, Dolomit; den z. B. im Hilsthon von Alfeld auftretenden Gypsſtöcken; den im Golt und oberen Grünſande (z. B. im nördlichen Frankreich) lagenweiſe vertheilten und an Coprolithen erinnernden Phosphoritknollen und dem, im Neocomkalkſteine des Val de Travers im Canton Neuchâtel mit einer Mächtigkeit von 30 Fuß auftretenden, Asphaltkalkſtein —; namentlich hierher die Flint- oder Feuerſteinlagen, die Glaukonitſandlager, die Bohnerz- und oolithiſchen Eiſenerze und die Steinkohlenflötze in den Kreidegebieten.

1) Der Flint oder Feuerſtein, welcher ſchon im §. 163 S. 467 ff. näher beſchrieben worden iſt, beſteht theils aus erſtarrter amorpher Kieſelſäure, theils — und zwar vorherrſchend — aus verkieſelten Organismenreſten; ja gar oft iſt die ganze Körpermaſſe deſſelben nur ein einzelnes verkieſeltes Thierindividuum, wie die aus Feuerſteinmaſſe beſtehenden Steinkerne von Echiniden, Belemniten, Korallen und Conchylien, welche man gar nicht ſelten in der weißen Kreide und, nach deren Zerſtörung, in dem Schuttlande derſelben findet, beweiſen. Aber am häufigſten tritt der Flint in den mannichfachſt geformten Knollen auf, welche bald an die Wurzelknollen oder Rüben von Pflanzen, bald an rieſenhafte, cylindriſche oder birnförmige, Amorphozoën erinnern, und zum großen Theile aus einem Aggregate von verkieſelten Bryozoën, Foraminiferen, Diatomeen, Korallenſtückchen und Spongienſpitzen beſtehen. Endlich trifft man auch gar nicht ſelten Flintknollen, welche in einer ganz amorphen Kieſelmaſſe einen wohl erhaltenen Seeigel enthalten, deſſen Schale aber vollſtändig mit einem feſten Aggregate von wohl ausgebildeten Quarzkryſtällchen ausgefüllt erſcheint, während ihre Oberfläche mit mehliger Kieſelerde bedeckt iſt, ſo daß der Seeigel loſe in einer, ſeinem Körper aber genau angepaßten, Höhlung der ihn umſchließenden amorphen Flintmaſſe liegt (Fig. 347).

Dieſe eigenthümliche Beſchaffenheit der Seeigel in Flintknollen deutet darauf hin, daß zunächſt die Körperſchale dieſer Thiere ſchon verkieſelt

§. 383.

war, ehe sich um sie ein Flintknollen bildete, daß sodann aber auch die sie ausfüllende krystallinische Quarzmasse aus einer verdünnten und allmählich erstarrenden Kieselsäurelösung entstanden ist, während die sie einhüllende, amorphe Flintmasse aus gelatinöser Kieselsäure erzeugt wurde. Da man nun dieselben Erscheinungen auch an den, von Flintknollen eingeschlossenen, Conchylien, z. B. an Terebrateln, bemerkt, so dürfte daraus zu folgern sein, daß die Kieselsäure ursprünglich in verdünnten Lösungen auf der Oberfläche der jedesmaligen obersten Kreideschicht Pfützen oder kleine Tümpel bildete, in welchen zunächst Foraminiferen, Spongien und Diatomeen, welche die in diesen Pfützen vorhandene verdünnte Kieselsäure als Nahrung brauchten, sodann aber auch Echiniden und Muscheln, lebten, welche sich von den Spongien und Foraminiferen nährten, hierdurch aber zugleich auch deren Kieselsäure in ihre Körper bekamen und durch dieselbe getödtet und verkieselt wurden. So lange nun noch die in den Pfützen vorhandene Kieselsäurelösung verdünnt war, lebten auch die Foraminiferen und Spongien fort; als aber später diese Lösung concentrirt und gelatinös wurde, konnte sie nicht mehr von den genannten Thieren zur Nahrung gebraucht werden. In Folge davon starben sie ab, klumpten sich zusammen und es blieben von ihnen nur noch die von der aufgenommenen Kieselsäure versteinten Körpergehäuse übrig, um welche sich nun die gelatinöse Kieselsäure zusammenzog und die Flintknollen bildete, welche indessen von den, aus der Verwesung der umhüllten Organismen freiwerdenden, Kohlensubstanzen durchdrungen und durch dieselben dunkelrauchgrau gefärbt wurden.

Fig. 347. Ein Seeigel in einem Flintknollen.

Der Flint bildet aber nicht bloß isolirt neben einander liegende Knollen, sondern auch zusammenhängende, schichtähnliche Lagen, welche theils aus seitlich in einander verflossenen Knollen, theils aus compacter Flintmasse bestehen. Dieses ist z. B. auf der dänischen Insel Mors und in Thye der Fall, wo nach Forchhammer die über dem sogenannten Faxöekalk lagernde bleiche Kreide („Blegekridt") in scheinbarer Wechsellagerung mit zahlreichen, 6—8 Zoll starken, chalcedonähnlichen, Flintschichten steht. Endlich kennt man auch Fälle — z. B. in England an der Küste zwischen Brighton und Beachy-Head —, in denen der Flint plattenförmige, die Kreideschichten unter starken Winkeln durchschneidende, Gänge bildet.

Aus allem eben über den Flint Mitgetheilten ergiebt sich, daß der Kalkschlamm, aus welchem die Kreide-Ablagerungen entstanden, ursprünglich von verdünnter Kieselsäurelösung stark durchdrungen war. Als sich nun die Kreideschlammmasse niederschlug und verdichtete, quetschte sie die Kieselsäure aus sich heraus, so daß diese sich theils auf der

§. 383. Oberfläche des erſtarrenden Kreideniederſchlages, theils in den bei der Verdichtung deſſelben entſtehenden Spalten anſammelte und hier durch den Verluſt ihres Löſungswaſſers, welches die in Erſtarrung begriffene Kreidemaſſe raſch abſorbirte, zuerſt gelatinös wurde, dann aber zu amorpher Quarzmaſſe erſtarrte.

2) Der Glaukonitſand oder Glaukonitmergel, welcher in den unterſten Ablagerungen der weſtphäliſchen Kreideformation, z. B. bei Werl, dünne Schichten bildet, dagegen im Staate New-Jerſey eine gegen 30 Fuß mächtige, ausgedehnte Ablagerung zuſammenſetzt, ſteht in einem gewiſſen Zuſammenhang mit der Verſteinerung der, in den Kreideformationen ſo äußerſt zahlreich vorkommenden, Foraminiferen, indem nach Ehrenberg's und Bailey's Unterſuchungen die Gehäuſe dieſer mikroſkopiſchen Thiere ſehr gewöhnlich durch Glaukonitmaſſe verſteinert erſcheinen, ſo daß wenigſtens ſehr häufig der Glaukonitmergel als ein Aggregat von glaukoniſch verſteinten Foraminiferen anzuſehen ſind. Vielleicht ſind ſogar dieſe kleinen Geſchöpfe die Erzeuger des Glaukonits; wenigſtens ſpricht der Gehalt des letzteren an phosphorſaurem Kalk und phosphorſaurem Eiſenoxyd dafür.

3) In der unterſten Etage der Kreide, in dem Neocom und zwar in dem als Wealdenformation bekannten Theile deſſelben lagern zwiſchen dunklem Schieferthon und gelblichem oder grauem Sandſtein (Wealden- oder Deiſterſandſtein) Flötze von echter, glänzend ſchwarzer, bituminöſer Steinkohle, welche ihrem ganzen Habitus nach aus Cycadeen, Farnen und Coniferen entſtanden iſt. Am Deiſter treten ſogar 15 dieſer Flötze über einander auf, von denen einige 3 bis 6 Fuß mächtig ſind, ſo daß ſie (z. B. bei Obernkirchen und Borgloh und auch am Oſterwald) abgebaut werden. Außerdem aber hat man auch im unteren Quader bei Niederſchöna unweit Freiberg und bei Leiteritz unweit Dresden kleine Steinkohlenflötze, ja in der Senonbildung der Gegend zwiſchen Bunzlau und in Löwenberg in Schleſien einige Flötze von 1 bis 2 Fuß Mächtigkeit, und in der Turonbildung bei Grünbach, weſtlich von Wiener-Neuſtadt, zwiſchen Sandſtein, Mergelſchiefer und Schieferthon 21 Kohlenflötze, von denen indeſſen nur drei 2 — 4 Fuß mächtig ſind, aufgefunden.

4) Endlich kommen auch in den verſchiedenen Etagen der Kreideformationen Eiſenerzlager vor, welche zum Theil eine bedeutende Mächtigkeit und Ausdehnung haben, vorzüglich aus erbſen- bis fauſtgroßen, zum Theil concentriſch-ſchaligen Linſen, Körnern, Kugeln und Nieren von thonigem Brauneiſenſtein beſtehen und theils loſe Aggregationen, theils zuſammenhängende, durch erhärteten Thon- oder Eiſenockerſchlamm verkittete Maſſen bilden. Wohl die meiſten dieſer eigenthümlichen Bohnerz- oder Linſenerz-Ablagerungen ſind wohl von den Meeresfluthen zuſammengeſchwemmte Maſſen, ja manche derſelben, wie z. B. das im Grünſande von Salzgitter im Hannoverſchen vorkommende, 30 bis 40 Fuß mächtige Bohnerzlager, ſcheinen ihr Bildungsmaterial aus der Zerſchlämmung juraſiſcher Sphäroſiderit-Ablagerungen erhalten zu haben, da ſie zahlreiche abgeriebene Juraverſteinerungen beigemengt enthalten.

Im Neocom Hannovers kommen mehrere dieser Bohnerzlager vor, so bei Hahndorf unweit Immenrode, zwischen dem Heiligenberge und Galgenberge bei Salzgitter, bei Steinlahde, wo unmittelbar über dem Keupersandstein ein sehr mächtiges, aus theils lose über einander liegenden, theils durch Thon verkitteten, erbsen- bis hirsekorngroßen Eisenkörnern bestehendes Lager vorkommt, welches echte Neocomversteinerungen (Belemnites subquadratus, Exogyra Couloni, Pecten crassitesta) enthält und unter dem Flammenmergel lagert. — Im Senon Hannovers befindet sich nach v. Strombeck bei Peine ein 15 bis 16 Fuß mächtiges, aus nuß- bis handgroßen Brauneisenerzknollen bestehendes und Belemnitella quadrata, Ostrea vesicularis und andere echt senonische Versteinerungen haltiges, Eisenerzlager (Zeitschr. der deutschen geolog. Gesellsch. Bd. IX. S. 317 u. ff.). — Endlich kommen auch über den, im unteren Quader bei Wehrau und Wenig-Rackwitz lagernden, Steinkohlenflötzen bedeutende Thoneisensteinlager vor.

Die Organismen der Kreidezeit. — Die Lebensverhältnisse, welche §. 384. am Schlusse der Juraperiode auf der Erde herrschten, waren nur in der ersten Hälfte des Kreidezeitraumes noch ziemlich unverändert geblieben; indem aber manche der bis jetzt über dem Meeresspiegel hervorragenden, jurassischen Landesmassen wieder in die Tiefe des Oceanes versanken, während andere emporgehoben wurden, so daß im Verlaufe der Kreidezeit das Landesgebiet einen größeren Umfang erhielt; indem ferner auf der Oberfläche dieses Landes durch den Verwitterungsproceß unaufhörlich aus den festen Gesteinsmassen Steinschutt und Erdboden geschaffen wurden, wobei gar mancherlei lösliche Mineralsalze frei wurden, welche nun die Landesgewässer dem Oceane in reichlicher Menge zuflutheten; indem weiter durch das Größerwerden der Landesmassen die Meeresräume sich vielfach änderten, so daß gar manche der bis jetzt offenen Meere zu Binnenmeeren wurden, welche nur noch durch enge Straßen mit dem großen Oceane in Verbindung standen; indem endlich während der Kreidezeit Land und Meer nicht oder doch nur mehr local von starken Erderschütterungen und scheinbar gar nicht von vulcanischen Exhalationen heimgesucht wurden, — mußten im Verlaufe dieser Periode nicht blos andere Gesteins-Ablagerungen, wie sie bisher noch nicht entstanden waren, sondern auch andere Lebensverhältnisse zum Vorscheine kommen, in Folge deren in der zweiten Hälfte der Kreideperiode sowohl das Pflanzen-, wie das Thierreich Familien, Geschlechter und Arten zum Vorschein brachte, welche bis jetzt noch nicht dagewesen waren und zum Theile sich schon den noch in der Gegenwart fortlebenden Organismenformen sehr näherten. Alles dieses tritt hauptsächlich bei den Bewohnern des Meeres hervor, während das Land nur in der Entwickelung der Pflanzenwelt einen Fortschritt zeigt, dagegen mit der Schöpfung von Thieren scheinbar sogar einen Rückschritt macht, indem es nicht einmal mehr die Insekten und Säugethiere producirt, welche am Schlusse der Juraperiode das Land bevölkerten — und aus dem Reiche der Vögel nach O. C. Marsh in der Kreide von Kansas nur Vögel mit langen, eingekeilte Spitzzähne tragenden, Schnabelladen und biconcaven Wirbeln, — also Mittelbildungen zwischen Reptilien und Vögeln, welche Marsh Ichthyornis, Hesperornis und Odontornis nannte —, erzeugt hat.

§. 384. Dieſes vorausgeſetzt, iſt nun im Allgemeinen über die Flora und Fauna der Kreidezeit Folgendes zu bemerken:

A. Die *Flora* dieſer Zeit beſteht theils aus Land-, theils aus Meerespflanzen. — Unter den *Pflanzen des Landes* treten in der erſten Hälfte der Kreidezeit noch ebenſo, wie in der Juraperiode, nur *Gefäßkryptogamen* aus den Familien der *Farne*, *Equiſetaceen* und *Marſiliaceen*, und *nacktſamige* Mono- und *Dicotyledoneen* aus den Familien der *Cycadeen*, *Palmen* und *Cupreſſineen* (z. B. die, im Quaderſandſtein und Pläner verbreitete, *Geinitzia cretacea*) hervor. Zu ihnen geſellen ſich dann auch einige *Abietinen* (z. B. Abietites Linki). Alle dieſe Gewächſe bilden das Hauptbildungsmaterial der Wealden-Steinkohle. — In der zweiten Hälfte der Kreideperiode jedoch treten alle dieſe, — noch ein tropiſches oder ſubtropiſches Klima verlangenden —, Gewächſe ſehr zurück und machen einer wahren Landflora Platz, in welcher *zum erſten Male wirkliche bedecktſamige Dicotyledoneen* hervortreten, wie unter anderen die in mehreren Kreidegebieten (z. B. bei Kieslingswalde in Schleſien, Niederſchöna in Sachſen, Blankenburg und Quedlinburg am Harze, bei Aachen u. ſ. w.) gefundenen *Blätter von Magnoliaceen und Myrtaceen* (*Crednerien*, *Acerinen* und *Salicinen*?) beweiſen. — Die im *Kreidemeere* vorkommenden Pflanzen dagegen gehören vorherrſchend den *Fucoiden* (ſo Caulerpites, Münsteria, Chondrites, Sphärococcites) und den mikroſkopiſchen, kieſelſchaligen *Diatomeen* (ſo Actinocyclus, Coscinodiscus, Gaillonella, Navicula u. ſ. w.) an, wie ſie zum Theil noch gegenwärtig theils auf dem Grunde der Tiefſee, theils ſogar im Waſſer der Moore vorkommen.

B. Die *Fauna* des Kreidezeitalters ſchließt ſich zwar an das Thierreich der Juraperiode an, indem noch die meiſten Ordnungen, Familien und Gattungen der juraſiſchen Thiere fortdauern, trotzdem aber machen ſich während der Bildungszeit der verſchiedenen Kreideformationen große Veränderungen im Reiche der Thiere bemerklich, und zwar nicht nur durch das Verſchwinden alter und das Entſtehen neuer Arten und Gattungen, ſondern auch dadurch, daß

1) ganze Familien, welche während der meſozoiſchen Zeit ſich in großer Ueppigkeit und Mannichfaltigkeit entwickelten, *jetzt zum letzten Male* auftreten und dann ſcheinbar für immer verſchwinden, ſo namentlich die Ammoneen und Belemniten;
2) an die Stelle der Gattungen der verſchwindenden Familie zwar neue Geſchlechter treten, welche aber auch nicht die Kreideperiode überleben, ſo die eigenthümlich geformten Ammonitengeſchlechter Baculites, Hamites und Toxoceras;
3) ganz neue Familien entſtehen, aber auch während der Kreidezeit ſchon wieder untergehen, ſo die merkwürdigen Rudiſten;
4) ſchon in der Juraperiode vorhandene Familien jetzt erſt zur vollſten Entwickelung gelangen und dabei in Geſchlechtern auftreten, welche

durch alle folgenden Bildungsperioden bis zur Gegenwart fort- §. 384.
dauern, so viele Foraminiferen-, Spongien-, Bryozoën- und auch Echinidengeschlechter.

Soviel im Allgemeinen über das Thierreich der Kreideperiode. Im Besondern ist über dasselbe noch Folgendes zu bemerken:

1) Die Spongien, Seeschwämme oder Amorphozoën treten zwar schon in der Jurazeit auf, erreichen aber erst in der oberen Etage der Kreide ihre stärkste und artenreichste Entwickelung. Sie bilden knollige, kugelige, walzenförmige, derbe oder hohle, Körper, welche theils Früchten (Feigen, Birnen), theils Hut- oder Becherpilzen ähnlich sehen und aus einem harten, filzigen Fasergewebe bestehen, in welchem auch Kalk- oder Kieselnadeln (Spiculae) eingewachsen liegen, die dann auch noch für sich allein häufig in den Kreidemassen eingebettet vorkommen. Unter ihren zahlreichen Gattungen sind hauptsächlich die in der Cenoman-, Turon- und Senonformation vorkommenden Arten der Gattungen Manon (Fig. 348), Siphonia (Fig. 349), Scyphia (Fig. 350), Coeloptychium, dessen Art Coeloptychium agaricoides Goldf. der Gestalt nach einem Hutpilze ähnlich ist, erwähnenswerth.

Fig. 348.
Manon peziza.

Fig. 349.
Siphonia piriformis.

2) Die Foraminiferen treten namentlich mit ihren Gattungen Textularia, Orbitulina, Siderolithes, Nodosaria in unermeßlicher Menge vorzüglich in den Turon- und Senon-Ablagerungen auf und erscheinen als das Hauptbildungsmaterial der Schreibkreide, Kreidemergel und häufig auch der Glaukonitkörner (Fig. 351).

3) Die Korallen sind zwar in den Kreideformationen nicht so massenhaft verbreitet, wie in dem Jura; auch bilden sie keine ausgedehnte Riffe und Bänke; indessen setzen sie doch in den Turon- und Senonformationen mancher Gebiete (z. B. auf Faxöe in Seeland, in der Gosau des Salzkammergutes, bei Essen in Westphalen, bei Maestricht und in vielen Kreideablagerungen Frankreichs) namentlich mit ihren Gattungen Astraea,

Fig. 350. Scyphia infundibuliformis.

§. 384. Cyclolites (Fig. 352), Diploctenium, Maeandrina, Montlivaltia, Synastraea und Turbinolia (Fig. 353), bedeutende Stöcke und Gruppen zuſammen.

Fig. 351.

Fig 352.
Cyclolites ellipticus.

Fig. 353.
Turbinolia centralis.

Fig. 354.
Marsupites ornatus.

4) Aus der Claſſe der Echinodermen kommen zwar im Kreidemergel und in der Kreide auch noch ein paar Krinoiden, ſo der Apiocrinus ellipticus, Pentacrinus Bronni und Marsupites ornatus (Fig. 354) vor; allein ſie erſcheinen faſt verſchwindend gegen die große Menge von Echiniden-Geſchlechtern und Arten, welche hauptſächlich in den oberen Etagen der Kreide zahlreich auftreten, und unter denen ganz beſonders die Gattungen Ananchytes (Fig. 355), Cidaris, Galerites (Fig. 356), Holaster, Micraster (Fig. 357), Nucleolites, Toxaster und Salenia für die Kreideformationen ſehr bezeichnend ſind.

5) Von den Bryozoën treten namentlich die Geschlechter Eschara, Ceriopora und Cellepora sowohl in der weißen Schreib-, §. 384.

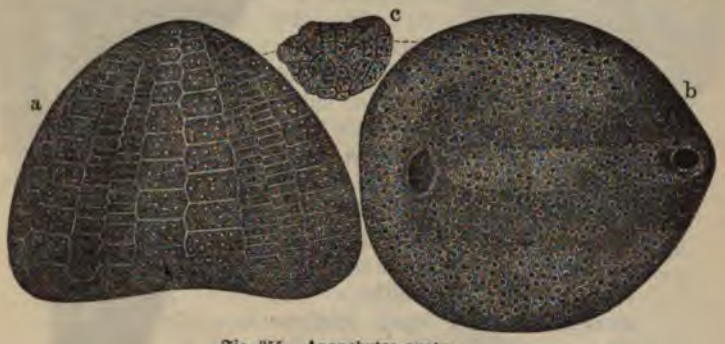


Fig. 355. Ananchytes ovatus.

wie in der Tuffkreide und auch im Flint in großer Menge auf, ja die Maestrichter Tuffkreide besteht zum großen Theil aus Stückchen ihrer kleinen netzförmigen Stöcke.

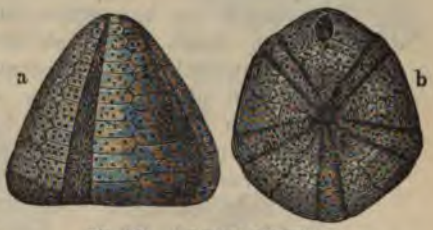


Fig. 356. Galerites albogalerus.

6) Auch die Brachiopoden treten noch in großer Zahl auf. Vorzüglich sind es die Geschlechter Terebratula und Rhynchonella, welche sich theils durch ihre

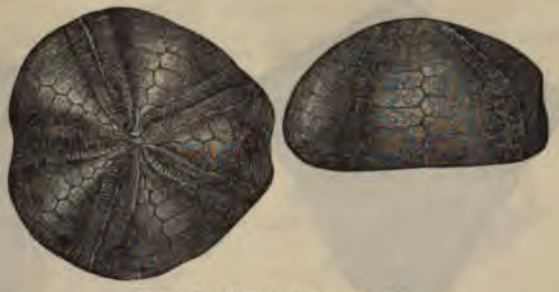


Fig. 357. Micraster coranguinum.

Menge wie durch ihre zum Theil sehr großen Arten auszeichnen, während die für die Kreidezeit besonders charakteristischen Geschlechter Crania, Magas und Thecidium gerade nicht besonders häufig sind.

7) An die Brachiopoden (— nach Anderen an die Chamaceen —)

§. 384. ſchließt ſich die ebenſo räthſelhafte, als merkwürdige und nur in den Kreideformationen vorkommende, Familie der Rudiſten an. Die hierher gehörigen Thiere haben ein, auf ſeiner Unterlage angewachſenes, zweiſchaliges Gehäuſe, deſſen untere, größere, aufgewachſene Schale einem auswendig mit zwei bis drei Längsfurchen verſehenen, umgekehrten, Kegel oder Kuhhorne gleicht, während die obere, theils flache, theils abgeſtumpft kegelförmige, Schale einen Deckel auf der unteren Schale bildet. Man unterſcheidet unter ihnen Hippuriten, welche eine ſehr verlängerte, kegel- oder kuhhornförmige, mit drei Längsfurchen auf dem Rücken und einer faſt flachen Deckelſchale verſehene, Unterſchale beſitzen und häufig zu mehreren zuſammengewachſen erſcheinen, wie Fig. 358 zeigt, welche den Hippurites Toucasiana aus Südfrankreich darſtellt; — die Radioliten mit abgeſtumpft kegelförmiger Deckelſchale (Fig. 359, welche Radiolites angeiodes Lam. darſtellt); — die Caprotinen, welche an ihrer Unterſchale widderhornähnlich umgebogen ſind (Fig. 360, welche die in den ſogenannten Schrattenkalken auftretende Caprotina ammonia darſtellt); — und Caprinen (von denen Fig. 361

Fig. 358.
Hippurites Toucasiana
(verkleinert).

Fig. 359. Radiolites angeiodes Lam.

Fig. 360. Caprotina ammonia.

die Caprina adversa zeigt). — Dieſe eigenthümlichen Thiere ſtehen oft dicht gedrängt neben einander (— in den Hippuriten- und Sphäruliten- oder Rudiſtenkalkſteinen —) und ſind vorzüglich bezeichnend für die ſüdeuropäiſche (franzöſiſche

§. 384.

und alpine) Cenoman- und Turonformation, obwohl auch schon im südlichen Golf einzelne Repräsentanten dieser Familie auftreten.

8) Unter den Muschelthieren (Conchiferen) machen sich in den Kreideformationen außer vielen anderen namentlich bemerklich Arten aus den Gattungen Ostrea (z. B. Ostrea carinata Lam. Fig. 362), Exogyra (z. B. Exogyra columba Des. Fig. 363), Spondylus (z. B. Spondylus spinosus Defr. Fig. 364), Inoceramus (z. B. Inoceramus sulcatus Park. Fig. 365 — und Inoceramus Lamarcki Sow. Fig. 366), Pecten (z. B. Pecten quadricostatus), Protocardia (z. B. Protocardia hillanum Beyr. Fig. 367) u. s. w.

Fig. 361. Caprina adversa.

Fig. 362. Ostrea carinata.

Fig. 363. Exogyra columba.

a. Ansicht vom Rücken aus. b. Seitenansicht der hochgewölbten Unterklappe, mit schraubig links eingerolltem Wirbel (Oberklappe flach).

Fig. 364. Spondylus spinosus.

a. Rückenansicht. b. Seitenansicht.

9) Die Cephalopoden treten jetzt zum letzten Male in mesozoischen Geschlechtern und Arten auf, aber zugleich auch mit um so größerer Mannichfaltigkeit der Formen, Gattungen und Arten. Zunächst

§. 384.

a b

Fig. 365. Inoceramus spinosus.
a. Anſicht von der Bauchſeite. b. Anſicht von der Seite.

Fig. 366 A.
Inoceramus Lamarcki Parkinson.
Die länglich ovale Schale zeichnet ſich durch regelmäßige, ſtumpfe Falten aus.

Fig. 366 B.
Inoceramus Cuvieri.
Nur ein Stück einer Klappe (der ſogenannte Buckel), um den geraden Schloßrand mit den Bandgrübchen dieſer Gattung zu zeigen.

treten noch zahlreiche Ammoniten in allen Etagen der Kreide auf, ſo Ammonites Grasianus Orb., Am. semistriatus oder Thetis Orb., Am. noricus Schlot. im Neocom; Am. splendens Sow., Am. Nisus Orb. u. ſ. w. im Golt; Am. varians Sow. (Fig. 368), Am. rhotomagensis Brong. (Fig. 369) und andere im Senon. Auch Nautilen ſind noch vorhanden, ſo Nautilus danicus Schlot. im Senon. Endlich machen ſich auch die Belemniten noch bemerklich, ſo Belemnites subquadratus Röm. und Belemnites dilatatus Blainv. im unteren und mittleren Hils, Belemnites minimus List im Thon unter den Flammenmergeln oft maſſenhaft, Belemnites mucronatus d'Orb (Fig. 370) im Senon. — Aber neben dieſen Cephalopodengeſchlechtern tritt in dem Gebiete der

Fig. 367.
Protocardia oder Cardium hillanum Sow.
a. Rückenanſicht.
b. Seitenanſicht.
Die faſt kreisrunde Muſchel hat ſcharfe, ſich einkreiſende Streifen; auf der hintern Seite (bei a oben) 10—14 gerade Längsfurchen.

§. 384.

a b

Fig. 368. Ammonites varians.

a. Seitenansicht, welche die 3, fast zur Hälfte eingerollten Windungen zeigt.
b. Rückenansicht mit dem glatten Rückenkiele, neben welchem beiderseits 3 Reihen Höcker stehen.

Fig. 369.
Ammonites rhotomagensis.

verschiedenen Kreideformationen eine ganze Reihe von Ammoniten-Verwandten auf, welche in der Windung ihrer Gehäuse-Umgänge von der eigentlichen Ammonitenform abweicht. Zu diesen Ammonitinen gehören:

a. Gehäuse ganz oder zum Theile in einer Ebene aufgerollt:

α. Scaphites: Kahnförmig; die ältesten Windungen sich spiralig windend, die jüngsten nur zurückgebogen (Fig. 371).

Fig. 371.
Scaphites aequalis Sow.

Mit zahlreichen Falten, längere mit kürzern wechselnd und sich auf dem Rücken theilend. Aus dem Pläner.

Fig. 372.
Hamites alternatus.

Fig. 370.
Belemnites mucronatus.

Mit kurzer Spitze plötzlich endend; am Grunde mit einer Längsspalte.

§. 384.

β. Hamites: Die älteſten und jüngſten Windungen hakig umgebogen, der Haupttheil des Gehäuſes gerade (Fig. 372).

γ. Ancyloceras: Die älteſten Windungen ſpiralig umgebogen, ohne ſich zu berühren, die jüngſten nur zurückgekrümmt; der Haupttheil des Gehäuſes gerade (Fig. 373).

δ. Crioceras: Alle Windungen ſpiralig gebogen, ohne ſich zu berühren (Fig. 374).

ε. Toxoceras: Gehäuſe bogen- oder hornförmig gekrümmt (Fig. 375).

b. Gehäuſe gerade und ſchnecken- oder ſtockförmig.

ζ. Turrilites: Das Gehäuſe mit ſpiralig in die Höhe gewundenen Umgängen (Fig. 376).

η. Baculites: Gehäuſe ganz ſtockförmig, mit wagerechten, gekräuſelten Scheidewänden (Fig. 377).

Fig. 373. Ancyloceras Matheronanum.

Fig. 374. Crioceras Emerici.
Mit 6 Knotenreihen, welche lange Stacheln tragen.

Fig. 375.
Toxoceras Duvalanum.

Fig. 377.
Baculites Faujasi.
Die bunten Loben od. Lappen wie bei Ammoniten. Iſt ſtark zuſammengedrückt u. hat deshalb einen ovalen Querdurchſchnitt.

a

b

Fig. 376. Turrilites catenatus.
a. Ganzes Gehäuſe. b. Untere Seite, um den Nabel zu zeigen.
Wird an 1′ lang und hat bis 16 Windungen, deren Längsrippen mit 2—3 Knotenreihen beſetzt ſind.

10) Aus der Abtheilung der Gliederfüßler (Arthropoden) zeigen sich namentlich Wasserthiere aus der Classe der Crustaceen zunächst mehrere Gattungen der Rankenfüßler (Cirripeden), so die Gattung Scalpellum und Pollicipes, z. B. im Hilsthone des Elligser Brinkes; sodann viele Cytherinen und endlich außer mehreren langschwänzigen Krebsen (z. B. Glyphea ornata Phill. Fig. 378) auch die ersten echten Krabben. Dagegen scheinen die Insekten, welche in der letzten Jurazeit sich so schön entwickelt hatten, wieder verschwunden zu sein.

Fig. 378.
Glyphea ornata auf der Spaltungsfläche einer Mergelniere von Bredenbeck.

11) Die Abtheilung der Wirbelthiere, welche sich ebenfalls in der Juraperiode in allen ihren Classen zu entwickeln begonnen hatte, ist scheinbar auch wieder zurückgegangen; denn von Säugethieren hat man bis jetzt im Gebiete der Kreideformationen noch keine Spur gefunden, und von Vögeln hat man, außer den schon oben erwähnten und in der Kreide von Kansas gefundenen, — vielleicht albatroßartigen — Ichthyornis, Hesperornis und Odontornis, nach v. Hochstetter nur noch einige Reste von schnepfenartigen Vögeln in der Kreide von England bemerkt. — Dagegen hat sich die Classe der Fische stark weiter entwickelt, indem jetzt zum ersten Male echte Knochenfische aus den noch gegenwärtig existirenden Familien der Cycloid- und Ctenoidschupper auftreten. Indessen trifft man in der Regel nur Zähne und Schuppen von Fischen an. — Die Classe der Reptilien jedoch steht wieder in Mannichfaltigkeit und Ungeheuerlichkeit hinter den Jurareptilien, wenngleich in der Kreidezeit noch ein Pterodactylus mit 15 bis 18 Fuß Flügelspannweite (— der Pterodactylus giganteus aus Kent —), mehrere Plesiosaurus und Ichthyosaurus, gewaltige, pflanzenfressende Leguane (Iguanodon) und die, nur in dem Kreidegebiete vorkommenden, monitorähnlichen, 6—7 Arten des Mosasaurus auftreten.

Gliederung der Kreideformationen. — Da die Ablagerungsräume §. 385.
der Kreideformationen, wie schon im §. 382 angegeben worden ist, sich nicht mehr bloß im offenen Oceane, sondern auch in tiefen Meeresbusen und Binnenmeeren, welche oft nur durch schmale Meeresstraßen mit dem großen Oceane noch in Verbindung standen, befanden; da demgemäß auch das Bildungsmaterial, welches diese einzelnen Bildungsräume lieferten,

§. 385. verschieden sein mußte, so konnten sich auch in einem und demselben Zeitraume in diesen verschiedenen Räumen weder gleiche Arten, noch gleiche Mengen von Ablagerungsmassen bilden; mußten sich z. B. in dem einen Raume mehr Sandsteine und thonhaltige Massen, in dem anderen mehr mergelige und kalkige Gesteine absetzen; konnte es auch vorkommen, daß während sich in dem einen Raume sehr mächtige Ablagerungen bildeten, in dem anderen gar keine oder nur geringe erzeugten. Da nun auch in der Bildungsperiode der Kreideformationen noch fortwährend Schwankungen des Meeresbodens, aber nicht überall zu gleicher Zeit und in gleicher Stärke, stattfanden, in Folge deren die Sedimente des einen Meerestheiles zeitweise sich über dem Spiegel des Meeres befanden, während die Ablagerungen eines vielleicht benachbarten Meerestheiles unter dem Spiegel des letzteren liegen blieben, so konnten sich auf dem zeitweise gehobenen Landestheile auch nicht alle die Ablagerungen bilden, welche sich in dem fortwährend unter Wasser gebliebenen absetzten. In allen diesen Ursachen, — zu denen sich auch noch die Meeresströmungen gesellten, welche an der einen Stelle das von ihnen bestrichene Land wegrissen, um es an einer anderen wieder abzusetzen oder gegen die Mündungen von Meeresstraßen drückten und dadurch das Wasser der Meerbusen und Binnenseen stauten und zum Fallenlassen seines Landesschuttes zwangen —, liegt der Grund, warum die Kreideformationen

1) nicht durchgängig aus einem und demselben Bildungsmateriale bestehen und oft in zwei nahe an einander gelegenen Gebieten ganz verschiedenartige Ablagerungsmassen besitzen;

2) der ehemaligen Binnenmeere und zum Theile auch der Meeresbusen vorherrschend aus Sandsteinen mit Conglomeraten, thonigen und kalkigen Mergeln und dichten, oft den Jurakalken ganz ähnlichen, Kalksteinen bestehen und auch wohl Steinkohlenlager umschließen, während die Kreidegebilde des ehemaligen offenen Kreidemeeres nur noch in den Strandzonen oder in ihren ehemaligen Buchten die eben genannten Ablagerungen, dagegen nach ihren mittleren Zonen hin, d. i. in dem ehemaligen hohen Meere vorherrschend erdige Kreidemergel und wahre Kreide enthalten;

3) des ehemaligen südenglisch-französischen, sowie des westlichen mittelländischen Kreidemeeres, welche während der ganzen Kreideperiode vom Meereswasser bedeckt blieben, sich im Allgemeinen vollständig entwickeln konnten, während in dem norddeutschen Kreidemeere, welches zum großen, — und namentlich in seinem östlichen — Theile in der ersten Hälfte der Kreideperiode über dem Meeresspiegel hervorragte und erst beim Beginne der zweiten Hälfte dieser Periode wieder in die Tiefe des Meeres zurücksank, nur die oberen Etagen der Kreideformation sich ausbildeten;

4) endlich im westlichen Theile des deutschen Kreidemeeres — z. B. in Hannover und Westphalen —, welches an das französische Meer an-

grenzte und von einem ostwärts streichenden Strome desselben befruchtet wurde, die sämmtlichen Etagen der Kreideformationen entwickeln konnten. §. 385.

Aber eben in allen diesen Ursachen liegt nun auch der Grund, warum die einzelnen Etagen der Kreidegruppe im Allgemeinen und die Zusammengehörigkeit ihrer einzelnen Glieder im Besondern nicht sowohl nach ihrem petrographischen, als vorherrschend nach ihrem paläontologischen Charakter zu bestimmen sind, und warum die Angabe, daß die unteren Etagen dieser Gruppe vorzugsweise aus dunklen, oft Eisenoxyd haltigen, Sandsteinen, Thonen und Thonmergeln, die mittleren Etagen aber vorzüglich aus glaukonitischen Sandsteinen und Mergeln oder Kalken und die oberen Etagen namentlich aus mürben bis erdigen, an erstarrter Kieselsäure (— Flint und Hornstein —) reichen, Kalkmergeln und Kreidegesteinen bestehen, nur ganz im Allgemeinen richtig ist.

Indessen auch die paläontologischen Verhältnisse sind, wie schon die Erfahrung der bewährtesten Forscher gelehrt hat, nicht immer ganz ausreichend zur Feststellung der zusammengehörigen Etagen und deren einzelnen Glieder, da die Natur des Meerwassers in den einzelnen Kreidebildungsräumen, sowie auch die klimatischen Verhältnisse dieser letzteren in einer und derselben Zeit nicht immer von gleicher Beschaffenheit waren und dem zufolge auch nicht überall ein und dieselben Geschlechter und Arten, ja auch nicht immer gleiche Familien erzeugen und erhalten konnten. Dieses beweist nicht bloß die Familie der Rudisten, welche nur in den südlichen, aber nicht in den nördlichen Kreidegebieten vorkommen, sondern auch die Erfahrung Ferd. Römer's, nach welcher in der Kreideformation von Texas unter 44 Species nur 11, auch für die europäische Kreide sehr bezeichnende, Formen und in den höheren Schichten unter 36 Species nur 3 identische und 7 analoge Formen zu finden sind. Wenn nun aber auch in einer und derselben Etage oder Schichte nicht überall ganz identische Formen von einer Thierart auftreten, so können es doch Formen dieser Art sein, welche noch den allgemeinen Habitus derselben an sich tragen und hierdurch zu Repräsentanten einer bestimmten, typischen Art werden. In diesem Falle werden demnach diese Repräsentanten einer bestimmten Form die Wegweiser zur Auffindung der äquivalenten Ablagerungen bilden. — Gar manches Mal jedoch reichen auch diese Repräsentanten eines bestimmten Leitfossiles, zumal wenn ihre Körper zerstückelt oder abgeschliffen sind, nicht aus, um die äquivalenten Ablagerungen aufzufinden, ja oft fehlen dieselben ganz und gar; in diesen Fällen können nur die Lagerungsverhältnisse sowohl der zu einem und demselben Schichtcomplexe gehörigen Sedimente, wie auch ihrer gemeinsamen Sohle und Decke nach das Bestimmungsmittel der zu einander gehörigen Schichtmassen geben.

Alles dieses vorausgesetzt, hat man mit Benutzung der petrographischen, paläontologischen und bathrologischen Verhältnisse nach dem Vorgange von Alcide d'Orbigny, Beyrich, Ferd. Römer und von Strombeck die Kreideformationen Deutschlands, Frankreichs und Englands von

unten nach oben in folgende, ſchon im Eingange erwähnte, Etagen abgetheilt:

	in Deutſchland:	in Frankreich:	in England:
Untere Kreide.	1) Hils.....	Neocomien.....	Lower Greensand.
	2) Golt (Gault)....	{Aptien. Albien.}.....	Gault.
Obere Kreide.	3) Unterquader.....	Cenomanien....	Upper Greensand.
	4) Mittelquader od. Pläner.....	Turonien.....	Chalkmarl.
	5) Oberquader.....	Senonien.....	Lower und upper chalk.

Im Folgenden ſollen die einzelnen Unterformationen oder Etagen näher betrachtet werden.

§. 386. **I. Beſchreibung des Hils oder Neocom.** — Wie ſchon im §. 378 bei der Beſchreibung der Wealdenformation angegeben worden iſt, ſo bildet die untere Hälfte dieſer Formation oder die ſogenannte Kimmeridge- und Purbeckformation das oberſte Glied des weißen Juras, während der über dieſem Purbeck lagernde Theil der Wealdenformation zum Theil die unterſte Etage der Kreideformation darſtellt. Dieſe unterſte Etage, welche man Neocom, Hils oder unteren Grünſand nennt, beſteht demnach da, wo ſie vollſtändig entwickelt iſt, zuunterſt aus einer Süß-, Sumpf- und Brackwaſſerformation, welche ihrer petrographiſchen und paläontologiſchen Beſchaffenheit nach auf einem, — zuerſt über dem Meeresſpiegel hervorragenden, dann aber ſpäter wieder unter denſelben zurückgeſunkenen —, ſumpfigen Landesgebiete entſtanden iſt, und weiter über dieſer wieder aus einer ihren Organismenreſten nach reinen Meeresformation.

Es iſt früher ſchon erwähnt worden, daß die Senkung von ſchlammigen Landesmaſſen ſchon einfach dadurch herbeigeführt wird, daß ſich dieſelben theils durch den Austrocknungsproceß, theils durch das eigene Gewicht der Ablagerungen ſelbſt, theils auch durch den Druck der oben liegenden Maſſen auf die unter ihnen ausgebreiteten allmählich in ihren Theilen ſo zuſammenziehen und verdichten, daß ihr Volumen und namentlich ihre Dicke ſo ſtark vermindert wird, daß ſie bedeutend unter das Niveau des Waſſers zurückſinken, auch wenn ſie vorher daſſelbe überragten. Man kann dieſe Erſcheinung in jedem trockenen Sommer an den Uferſchlammmaſſen eines jeden Sumpfes und Torfmoores und einer jeden tief ins Land einſchneidenden Flußbucht beobachten. Kommt dann im Herbſte wieder naſſe Witterung, in Folge deren die Waſſermenge der Sümpfe und Flüſſe wieder bedeutend ſteigt, dann wird auch die während der trockenen

Jahreszeit untergesunkene Landesmasse wieder unter Wasser gesetzt und von dem letzteren wieder mit Schlamm überschüttet. So ist es an Sümpfen und Flüssen und so ist es auch in Meeresbusen, und so war es auch bei der Bildung der Wealdenformation, deren Sumpfschlammmassen bei ihrer Verdichtung einsanken und dann später wieder von neuem Meeresschutte überdeckt wurden. §. 386.

Die auf der beifolgenden Gliederungstabelle des Neocom (Tafel a.) näher angegebenen Ablagerungen und Fossilien dieser Formation zeigen sich nun namentlich in folgenden Landesgebieten:

§. 386. Gliederung des Neocom oder

Nördliches Deutſchland:		Alpen:		
im nordweſtlichen Deutſchland.	Herzogthum Schleſien.	öſterreichiſche.	bayeriſche.	ſchwe
1) im **Braunſchweigſchen.** a. Unterer Hils (Hilsconglomerat): Gelbliche oder bräunliche Kalkſteinbänke. b. Mittlerer Hils: Zuunterſt abwechſelnd Kalkſtein und ſandige Mergel mit Toxaster complanatus, Pyrina pygaea, Terebratula oblonga, Rhynch. depressa. — Oben Thone mit Belemnites subquadratus und Glyphea ornata. c. Oberer Hils: Thonſchichten mit Exogyra Couloni, Pecten crassitesta, Crioceras Emerici, Thracia Phillipsi (zum Theil ſchon zum Golt gehörig). 2) am **Deiſter, Süntel, Oſterwald, in der Hilsmulde.** a. Wechſel von dunklen, ſandigen Mergelſchiefern, Schieferthonen und weißen oder grauen Sandſteinen (Deiſterſandſtein) mit Reſten von Cycadeen und Farnen nebſt Steinkohlenflötzen. b. Mehrere hundert Fuß mächtiger Wechſel von dunkelgrauen Schieferthonen, Schiefermergeln und Bänken von Süßwaſſerconchylien (Melania, Cypris, Cyrena, Cyclas und Paludina). 3) am **Teutoburger Walde** (von Stadtberge über Oerlinghauſen bis nach Bevergern): Gelber oder brauner Sandſtein (an den Exterſteinen) mit Toxaster complanatus, Rhynchonella depressa, Exogyra Couloni, Pecten crassitesta, Belemnites subquadratus.	Nach Hohenegger gehören hierher: 1) Zuunterſt die Teſchener Kalkſteine mit Belemnit. pistilliformis und Aptychus, außerdem die unteren Teſchener Schiefer. 2) Die oberen Teſchener Schiefer u. Sandſteine mit Ammonites neocomiensis u. Ammonit. radiatus.	Dunkelgraue Mergel vom Roſſfelde bei Hallein; lichtfarbige Kalkmergel von Schrambach und dem Iſchler Salzberg; ein Theil des Wiener Sandſteines mit Aptychen u. Belemniten führendem Kalkſtein. Bezeichnende Foſſilien ſind: Toxaster complanatus, Caprotina ammonia, Crioceras Duvalii, Scaphites Ivani, Am. semistriatus, Aptychus Didayi.	a. **Unterer Neocom.** α. Dunkelfarbige Mergelſchiefer, Sandſtein und glaukoniſcher Oolith mit Rhynchonella depressa u. Rhynchonella lata, Terebratula praelonga, Ostrea Boussingaulti, Cidaritenſtacheln. β. Hellfarbiger Kalkſchiefer mit Aptychus Didayi, Crioceras Emerici und Duvalii; darüber dunkler Mergelſchiefer, aſchgrauer Mergel und ſandige Schichten. γ. Graue, kieſelige Kalkbänke und harte Mergelſchiefer mit Kalkſteinen, Hornſteinen, Mergelſandſteinen und Mergelthonen. Hierher: Toxaster complanatus, Exogyra Couloni. b. **Oberer Neocom** (Schrattenkalk, z. B. am Grünten). α. Hellgrauer Kalk mit Caprotina ammonia u. a. Rudiſten. β. Weißer, oolithiſcher Kalk voll Bryozoën, Korallen und Foraminiferen. γ. Dichte, dunkle Kalkſteine mit Hornſteinnieren und äußerſt zahlreicher Orbitulina lenticularis (zum Theil zum Golt gehörig).	a. Spa kalk (Ka Hohgant u tus; K Glärnisch tis): Du meiſt ſandi gel, welche gelkalk u. kalk überge untergeo grünen Sa u. mit To compla Exogyra loni und macropt b. Capr oder Rudi (am Hohg latus, Gla in Appenzel würdig du Schratt der (Schr kalk): He dunkelgrau, von Kalksp durchzogen, protina a Radiolites mensis, Or lenticularis oberen, Or haltigen Rh gen werde Bielen ſch Golt gerec

verschiedenen Landesgebieten. §. 386.

ragebirge.	Frankreich: südöstliches.	Frankreich: nördliches.	England.	Hauptablagerungsmassen und wichtigste Leitfossilien.
ntere Gruppe **e de Sainte** : rnes de Vil- Dunkelgraue mit Süßwas- chylien. ches d'Au- u: Weißlicher, chtiger Kalkstein xaster Campi- nd Terebra- plicata. onite de Me- : Brauner und er Kalkstein mit ites Marcousa- gurus rostratus, daris patella. Mittlere Gruppe **e du châ-** ne de Haute- Weiche, graue mergel mit To- r complana- xogyra Cou- Rhyncho- depressa. hes d'Ecluse: Kalkstein mit ra Boussin- , Rhyncho- depressa. erre jaune chatel: Gel- stein, wie b. Obere Gruppe **e de Neuf-** : ches de Mau- t: Gelber Kalk- it Toxaster ni, Caprotina . Calcaire de eaux-dessus: Kalkstein mit er Caprotina nia und Ra- es neoco- s.	Weiße, dichte od. oolithische Kalksteine u. graue Mergel mit Toxaster complanatus, Caprotina ammonia, Exogyra columba, Crioceras Duvalii u. Emerici, Belemnites subfusiformis.	**Im Departement der haute Marne u. der Aube.** a. Eisenschüssiger Sand u. Sandstein; darüber gelblicher oder grauer Kalkstein u. Thonmergel mit Tox. complanatus, Exogyra Couloni, Rhynchonella depressa, Ammonit. radiatus. b. Graue, blaue u. gelbe Thone mit Austern (Ostrea Leymerici, Exogyra subplicata) u. Toxast. complanatus; darüber roter Sand u. Thon u. oolithisches Eisenerz. c. Grünlich- oder bläulichgrauer Thon mit Exogyra Couloni, Terebrat. sella, Ammonites Nisus u. Toxast. complanatus. Zuoberst glaukonitischer Sand.	1) **Hastingssand:** 400—500 F. mächt.; vorherrschend eisenschüssiger Sand (Ironsand) u. Sandstein mit Thon, Mergel und Walkerde mit Süßwasserconchylien, Schildkröten, Iguanodon, Pterodactylus. 2) **Wealdclay** (300 F. m.); bläulichgrauer, fetter Thon mit Thoneisenknollen u. Süßwasserconchylien. 3) **Unterer Grünsand** (Lower Greensand). Er besteht von unten nach oben: a. aus grünlichem Thon od. Mergel, b. aus Sand, Thon und Sandsteinknollen od. Sand mit Kalksteinbänken, c. aus glaukonitreichem Sand od. aus Schichten von weißem und gelbem Sand und Sandstein. So ist es in Kent und auf der Insel Wight, wo er namentlich Toxast. complanatus, Exogyra Couloni, Terebr. sella, Perna Mulleti, Trigonia caudata u. s. w. enthält. In Yorkshire besteht er bei Speeton aus dunkelfarbigem, schiefrigem Thon (= Speetonclay) mit Neocomfossilien.	1) Im Osterwalde und Deister, in der Hilsmulde, in einem Theile des Jura's (— die Marnes de Villars —) und im südöstlichen England (Kent, Sussex, Surrey) bildet eine, aus dunkelgefärbten Mergelschiefern, Schieferthonen und Sandsteinen bestehende **Süß-** oder **Brackwasserformation** die unterste Abtheilung des Neocoms. 2) In allen übrigen, bis jetzt genauer untersuchten, Neocomgebieten dagegen herrschen in dieser Abtheilung **marine Gebilde**, vorherrschend **Strand-** und **Strandzonen-Ablagerungen**, also vorherrschend Gemische von Thon- und Kalkschlamm oder von Schlamm mit Sand. Demgemäß besteht **die untere Abtheilung des Neocoms vorherrschend aus dunkelgefärbten,** mit mehr oder weniger Sand untermengten **Mergelschiefern, Mergeln und dünngeschichteten Kalksteinen, oder aus mehr oder weniger eisenschüssigen, seltner** glaukonitischen, **Sandsteinen, Sanden und Thonen; — die obere Abtheilung aber theils aus fetten, graublauen Thonen oder,** wie im südlichen Neocomgebiete, **aus hellgefärbten, weißen oder gelben Kalksteinen.** Zu den wichtigsten **Leitfossilien** des Neocoms gehören: a. von Echinodermen: Toxaster complanatus Ag., Pyrina pyaea Des., Cidaris vesiculosa Ag.; b. von Rudisten: Caprotina ammonia Orb., Orbitulites neocomensis Orb. (beide im südlichen England); c. von Brachiopoden: Terebratula sella und Terebratula praelonga Sow., Rhynchonella depressa und lata Orb.; d. von Conchiferen: Exogyra Couloni Orb., Ex. Boussingaulti Orb., Pecten crassitesta Röm., Perna Mulleti Desh., Trigonia caudata Ag.; e. von Cephalopoden: Crioceras Duvalii Leveil., Crioceras Emerici Orb., Ammonites radiatus Brng., Am. Grassianus Orb., Belemnites pistilliformis und Bel. semicanaliculatus Blainv., Bel. subquadratus Röm., Aptychus Didayi Coq. (alpin.).

§. 386. a. Die zur Wealdenformation gehörigen Glieder des Neocoms füllen gegenwärtig nur noch mehrere, zum Theil umfangreiche, sonst aber isolirt auftretende, Mulden auf den obersten Ablagerungen des weißen Juras auf, sind mit diesen zugleich noch vor den Ablagerungen des übrigen Neocoms in die Höhe gehoben worden, so daß sie mit den jurassischen Schichten im Allgemeinen conforme Ablagerungsverhältnisse zeigen, — wie das von Heinr. Credner angegebene Profil des westlichen Deisters zeigt (Fig. 379) — aber auch zugleich dieselben

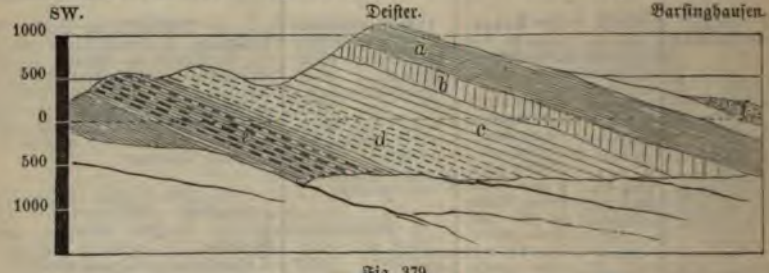


Fig. 379.

a. Wealdensandstein, — b. Serpulit (Purbeck), — c. Mündermergel (Purbeck), — d. Einbeckhäuser Plattenkalk (Purbeck), — e. Virgula-Schichten (Kimmeridge), — f. Hilsthon (Neocom).

Verwerfungen und Umkippungen, wie die sie unterlagernden Juraschichten, erlitten haben. Das von ihnen gebildete Terrain erscheint als ein wellenförmiges Berg- oder Muldenland.

1) Im nordwestlichen Deutschland nimmt die untere und obere Wealdenformation mit einer Mächtigkeit von 1000 bis 1200 Fuß einen Landstrich von 36 Meilen Länge von Helmstedt im Herzogthum Braunschweig bis nach Bentheim, unweit der holländischen Grenze, ein und tritt namentlich in der Mulde zwischen dem Hils und Ith, am Deister, Osterwald und Süntel, weiter bei Rehburg, Stadthagen, Obernkirchen und Bückeburg, bei Petershagen, Minden, Lübbecke, Oldendorf, Osterkappeln, Osnabrück, Bramsche, Rheine und Bentheim, endlich im Teutoburger Walde bei Oerlingshausen, Bielefeld und Bevergen (nach Dunker's Monographie der norddeutschen Wealdenbildung).
2) Im südöstlichen England verbreitet sich die Wealdenformation in den Grafschaften Kent, Surrey und Sussex, in welcher letzteren sie die langgestreckte, sanftgewölbte Kuppellandschaft „the Weald" (— daher ihr Name —) bildet; außerdem aber zeigt sie sich auch auf der Halbinsel Purbeck und auf der Insel Wight.
3) Am Jura kommt im Departement du Doubs nach Desor und in dem Gebiete von Vienne bis Belley (Ain) nach Lory und Pidancet auf dem Portlandkalk und unter dem eigentlichen Neocom ein Complex von grünlichgrauen Mergeln, dunkelen Thonen, zelligen Kalksteinen und Gyps vor, welcher namentlich in seinen Kalksteinen Süßwasserconchylien (Planorbis, Limnaeus, Cyclas, Physa und Melania) enthält, theils zum Purbeck, theils zur

oberen Wealdenformation gehört und das Terrain dubisien §. 386.
Desor's und die Marnes de Villars Marcou's umfaßt.

b. Der, über dem Wealdenthon lagernde Neocom umfaßt die Ablagerungen des unteren Grünsandes (Lower Greensand) und seiner Aequivalente, welche alle marine Fossilien, namentlich Toxaster (oder Spatangus) complanatus (Fig. 380), Exogyra Couloni (Fig. 381) oder Exogyra subplicata u. s. w. enthalten.

Fig. 380. Toxaster complanatus.

Fig. 381. Exogyra (Ostrea) Couloni.

1) In Deutschland treten diese Ablagerungen hauptsächlich in folgenden Gebieten auf:
   α. In Westphalen und am Teutoburger Walde gehört zu ihnen der ganze Sandsteinzug von Stadtberge über Willebadessen, Horn (mit den Externsteinen), Oerlinghausen, Bielefeld bis nach Bevergen am nordwestlichen Ende des Teutoburger Waldes, ebenso auch bei Rheine an der Ems, bei Bentheim und bis nach Gildehaus an der holländischen Grenze.
   β. Nordwärts vom Harze in Braunschweig und Hannover bis zum Harzrande hin (zu beiden Seiten des Ocker- und Radauthales, von Goslar und Ocker bis Neustadt); in Braunschweig (bei Ahlten, Peine, Braunschweig ꝛc.) inselförmig aus dem Diluvium hervortretend.
   γ. Im Herzogthum Schlesien in der Umgebung von Teschen.
   δ. In den österreichischen und bayerischen Alpen wird der Neocom besonders durch Spatangen- oder Schrattenkalke gebildet, so vorzüglich im Salzkammergute (am Salzberge bei Ischl, im Roßfelde bei Hallein, bei Schrambach), noch ausgezeichneter aber in den bayerischen Alpen, wo sie westwärts vom Lechthale von dem Grünten an nach dem Vorarlberg streichen und sich durch ihre weißen, mauerähnlichen, unersteiglichen Felsriffe und ihre Schrattenbildungen auszeichnen.
2) In den Schweizer und Savoyer Alpen spielen die Spatangen- und Rudistenkalke des Neocoms eine große Rolle. In mächtigen Inselstöcken mit mannigfach gestörtem, gefaltetem oder umgekipptem, Schichtenbaue ziehen diese Kalke vom Dent de Nivolet bei Chambery bis an die Arve, zeigen sich dann im Rhonethale bei Bex und ziehen von da zum Thuner und Brienzer See, in dessen Umgebung

ſie am Faulhorn mit 500 Fuß Mächtigkeit auftreten. Vom Nordrande dieſer beiden Seen ſtreichen von Merligen aus ſie in mächtiger Entwickelung nach Nordoſt über den Hohgant und mit weit ausgedehnten Schratten- oder Karrenfeldern (vgl. S. 96) über die wilde Schrattenfluh zum Pilatus am Vierwaldſtätter See und von da durch Unterwalden, Schwyz, Glarus (Kuhfirſten und Glärniſch) nach Appenzell zum Säntis.

3) Das Juragebirge erſcheint ſowohl an ſeiner Oſt-, Süd- und Weſtſeite von Biel in der Schweiz an bis nach Pontarlier, wie auch in vielen ſeiner Längenthäler (namentlich der ſüdlichen) von Neocombildungen beſetzt. Beſonders zeigen ſie ſich in den Departements des Ain, Jura und Doubs ſtark entwickelt. In dieſen haben ſie eine mittlere Mächtigkeit von 420 Fuß. Am Schloßberge von Neuchatel (— dem ſie den Namen „Neocomien“ verdanken —) und von da bis nach Neuville, ebenſo in der Schlucht, wo der Seyon am Berge von Chaumont heraustritt, läßt ſich ihre Schichtenfolge ſehr deutlich beobachten.

4) In Frankreich tritt der Neocom zunächſt im Dauphiné, und zwar im Departement der Iſère, mit Spatangen, Caprotinen und Orbituliten haltigen Kalkſteinen und Mergeln, dann weiter in dem Departement der niederen Alpen, z. B. bei Caſtellane, und in dem Departement der Rhonemündungen, z. B. bei Orgon und Martiques, und endlich in dem öſtlichen Theile des Seinebaſſins auf, in welch' letzterem ſie am weſtlichen Rande des weißen Juras einen ſchmalen Gürtel bildet, welcher von der Loire an nordwärts bis nach Calais reicht, aber oft nur inſelförmig aus der oberen Kreide hervortritt. In den Departements der Haute Marne, der Aube und der Yonne beſtehen ſie vorherrſchend aus eiſenhaltigen Sandſteinen, Sanden und bläulich-, grünlich oder gelblichgrauen Thonen mit Exogyra Couloni und subplicata, Ostrea macroptera und Toxaster complanatus.

5) In England endlich tritt der Neocom zunächſt an der Südoſtküſte des Landes, wo er das ganze Wealdengebiet umgürtet, auf, dann aber ſtreicht er am Oſtrande des weißen Juras mit einigen Unterbrechungen von Devonſhire bis nach Yorkſhire. Auf der Inſel Wight (bei Shanklin und bei Sandown) und an der Küſte von Kent, namentlich zwiſchen Folkſtone und Hythe, wo die Mächtigkeit auf 380 Fuß ſteigt, iſt er namentlich deutlich entwickelt.

Bemerkung: Die wichtigeren Werke über die Neocomformation, welche auch bei der Aufſtellung der Seite 1076 und 1077 gebrachten Gliederungstabelle a. benutzt wurden, ſind am Schluſſe der Beſchreibung der Kreideformation angegeben.

§. 387. **II. Beſchreibung des Golts** (nach Phillips) **oder Gaults** (nach W. Smith, welcher ſo die hierher gehörigen Thonablagerungen nach ihrem gebräuchlichen Namen in Cambridgeſhire bezeichnete). — Es iſt ſchon bei der Beſchreibung des oberen Hils, des oberen alpinen Neocoms, der auch im nördlichen Frankreich unter der Bezeichnung „Urgonien oder Urgon“ auftretenden Caprotinen- und Radioliten-Schichten und der

oberen, Crioceras haltigen Lagen des Speetonclay in Yorkshire angedeutet worden, daß mehrere Geognosten die Caprotinen, Radioliten und Crioceras haltigen kalkigen und thonigen Ablagerungen schon als die unterste Ablagerung des Golts betrachten. Hier sind indessen diese Ablagerungen noch zum Neocom gerechnet worden, weil sie ihren übrigen Leitfossilien und ihren Lagerungsverhältnissen nach sich mehr dem unter ihnen lagernden Neocom, als den über ihnen vorkommenden Goltablagerungen anschließen. Nur der Speetonclay in Yorkshire macht hiervon insofern eine Ausnahme, als er in seinen oberen Lagen neben Neocom- auch Goltfossilien enthält, weshalb auch hier auf der Tafel b., welche „die Gliederung des Golts in verschiedenen Landesgebieten" angiebt, die oberen Lagen des Speetonclay als unterste Lage des Golts mit aufgeführt werden. §. 387.

Dieses vorausgesetzt, besteht die Formation des Golts im Allgemeinen theils aus fetten, bläulichgrauen Thonen und Schieferthonen, theils aus Quadersandstein, theils aus grauen oder weißlichen, oft gefleckten Mergeln, theils auch — namentlich im südlichen Kreidegebiete — aus grünen, glaukonitischen Sand- und Kalksteinen, und umschließt vorzüglich Orbitulites lenticularis (Fig. 382), Inoceramus sulcatus (Fig. 383), Trigonia aliformis (Fig. 384), Ammonites Nisus, Am. auritus, Belemnites minimus (Fig. 385) und Turrilites Bergeri (Fig. 386). In welcher Weise aber

Fig. 382.
Orbitulites lenticularis.
a. Natürliche Größe.
b. Querschnitt.
c. Ansicht von oben.

Fig. 383.
Inoceramus sulcatus.

Fig. 384.
Trigonia aliformis.

Fig. 386.
Turrilites Bergeri
(Bruchstück).

Fig. 385.
Belemnites minimus.

diese eben erwähnten Ablagerungen mit einander verbunden erscheinen und aus welchen besonderen Gliedern der Golt in den einzelnen, bis jetzt genauer bekannt gewordenen, Landesgebieten zusammengesetzt ist, das lehrt die hierbei folgende Gliederungstafel b.

§. 387. **Gliederung des Golts oder G**

Im nördlichen Deutſchland.		Alpen in:	
Weſtphalen.	**Nördlich vom Harz** (Braunſchweig).	**Vorarlberg.**	**Baye**
Nach F. Römer gehören hierher: 1) bei Rheine an der Ems die über dem Hilsthone und unter dem Pläner lagernde, Ammonites interruptus haltige, **Grünſandſchicht,** über welcher bei Schloß Bentlage 300 Fuß mächtig **dunkle Schieferthone mit Sphäroſideritnieren.** 2) In der Gegend von Ahaus, wo Thonſchichten mit feſteren Bänken von thonigem Spatheiſenſtein wechſellagern und Cephalopoden und andere Foſſilien des unteren Golts enthalten.	Nach v. Strombeck: **a. Unterer Gault.** Ueber dem Hilsthone lagern: α. Dunkelbläulichgrauer, zäher, Gypskryſtalle und auch Sphäroſiderit haltiger, Thon mit vielem Belemnites Brunsvicensis; β. Foſſilfreier Thon und darüber bläulichgrauer Schieferthon; γ. Milde, weiße oder röthliche Mergel mit Belemnit. Ewaldi, Ammonites Nisus, Ammonites Deshayesi, Ammonites Martini, Toxoceras Royerianum, Avicula aptiensis, Terebrat. Moutoniana. b. **Mittlerer Gault.** α. Unterer Quader, weißer oder gelber Sandſtein od. ſtatt deſſen bläulichgrauer Thon zwiſchen der Aſſe und dem Elm. Mit Ammonites tardefurcatus und Am. Milletianus. β. Grauer Thon mit Thoneiſenſteinnieren und Am. Milletianus, Am. Cornuelianus, Am. tardefurcatus und regularis. c. **Oberer Gault.** α. Grauer, kalkhaltiger und Phosphoritknollen umſchließender Thon mit Belemnites minimus. β. Flammenmergel, hellgrau, geflammt, 100 bis 400 Fuß mächtig; mit Am. lautus, tuberculatus und splendens, Inoceramus sulcatus und concentricus; Avicula gryphaeoides.	Nach Eſcher: Bei Rankweiler und Feldkirch lagert **Turriliten haltiger, dunkelgruner, kalkiger Sandſtein oder auch Kalkſchiefer.** **Schweiz** (in Appenzell und an den Kuhfirſten): Zuunterſt dunkelgrüner Schiefer, dann quarziger Sandſtein, zuoberſt ein mit Kalklinſen erfüllter Grünſandſchiefer. Am Säntis kommen in ihm vor: Ammonites Milletianus und mammillatus, Belemnites minimus, Turrilites Bergeri, Natica gaultina, Inoceramus sulcatus und concentricus, Terebratula sulcata.	a. **Grüne ſchicht.** b. **Nifffan** gelblichweißer ſehr feſter, K ſtein. c. **Grünſ** ein durch Glau gefärbter, ſand ſtein oder kalki ſtein, oft mi und Trümm Hornſtein ob Pyritknollen; Fuß mächtig. monites M nus, Amm Beudanti, lites Berge rilites catena lemnites m Inoceramu catus und tricus. Ueber ihm Seewenkalkſtei ren Kreide.

verschiedenen Ablagerungsgebieten.

§. 387.

In Frankreich im		England.	Hauptablagerungsmassen und wichtigere Leitfossilien.
dost.	Norden.		
ri Es- nolles t über Neo- ein glau- reicher, nkel- üner d und dstein Ammo- Lyelli, Beu- nti, moni- mam- latus, nites ndus, ellaria insoni, tica ltina, cera- con- atri- Te- atula ficata, aster s.	Im Departement der Aisne, der Ardennen, der Maas und Marne bilden vorherrschend **graue, kieselige Sandsteine, schwärzlichgraue Thone** und **glaukonitische Sandsteine** mit Ammonites Beudanti und mammillatus, Hamites rotundus, Area carinata, Trigonia aliformis, Inoceramus sulcatus und concentricus u. s. w. die bis 100 Fuß mächtige Goltformation.	a. In Kent, Sussex und Surrey zwischen dem Neocomsande und dem oberen Grünsande bis 120 Fuß mächtig besteht der Golt bei Folkstone am Meere aus **fettem, bläulichgrauem Thone,** welcher an seiner oberen Grenze durch Glaukonitkörner etwas sandig wird und namentlich in seinen unteren Lagen reich ist an Am. auritus und tuberculatus, Belemnites minimus, Hamites rotundus und armatus, Nucula ovata und pectinata, Inoceramus sulcatus u. concentricus. b. In Yorkshire. Der Speetonclay des Neocoms geht durch Aufnahme von Goltfossilien unmittelbar in den Golt über. Er erscheint als ein **dunkelblaugrauer Schieferthon** mit Lagen von Thoneisensteinknollen und Ammonites splendens und fissicostatus, Belemnites minimus, Hamites rotundus und attenuatus. — Ueber ihm lagert **rother Kreidemergel,** welcher von Yorkshire durch Lincolnshire bis nach Hunstanton in Norfolk den Golt allein vertritt und erst bei West-Newton wieder durch blauen Thon verdrängt wird.	1) In dem **nördlichen** Kreidegebiete von Deutschland, England und Frankreich wird die untere Abtheilung des Golt vorherrschend aus fetten, heller oder dunkler bläulichgrauen Thonen, sandigen Schieferthonen und hie und da auch weißlichen Mergeln gebildet, welche bisweilen auch Glaukonit enthalten. In der oberen Abtheilung dagegen erscheinen namentlich in Deutschland (Nordrand des Harzes) mächtig entwickelte, hellgefärbte Quadersandsteine. Ueber ihnen lagern dann wieder Thone und über diesen im nördlichen Deutschland die Flammenmergel. Im nördlichen Frankreich und England dagegen herrschen auch in dieser Abtheilung die fetten Thone, zu denen sich untergeordnete glaukonitische Sandsteine gesellen. 2) In dem **südlichen** Kreidegebiete (Alpen) jedoch herrschen harte, theils kieselige, theils kalkige, bald hellgefärbte, bald dunkelgrüne Sandsteine mit untergeordneten, durch Glaukonit bisweilen grüngefärbten, sandigen Kalksteinen. Zu den verbreitetsten Leitfossilien des Golt gehören: a. von **Foraminiferen:** Orbitulina lenticularis Orb., welche namentlich im unteren Golt Appenzells ganze Schichten erfüllt; b. von **Brachiopoden:** Terebratula Moutoniana Orb.; c. von **Conchiferen:** Inoceramus sulcatus und In. concentricus Park., Ostrea aquila, Avicula aptiensis Orb., Nucula ovata, Trigonia aliformis Park.; d. von **Gasteropoden:** Natica gaultina Orb., Cerithium aptiense Orb., Rostellaria carinata Mant.; e. von **Cephalopoden:** Ammonites splendens Sow., Ammonites Beudanti Brong., Am. Milletianus Orb., Am. mammillatus Schloth., Am. Nisus Orb., Am. Deshayesi, Am. Martini, Am. auritus Sow. (im Flammenmergel), Am. tardefurcatus Orb. — Belemnites minimus List., Bel. Brunsvicensis Stromb. — Toxoceras Royerianus Orb. — Hamites rotundus. — Turrilites Bergeri Brong.

§. 387. Obgleich nun auf der vorſtehenden Tafel auch ſchon die einzelnen Goltgebiete angedeutet worden ſind, ſo muß hier doch noch die Verbreitung der Goltformation in Europa näher angegeben werden.

a. In **Deutſchland** gehören hierher folgende Gebiete:

1) Am ſüdlichen oder ſüdweſtlichen Abhange des Teutoburger Waldes iſt durch Ferd. Römer, v. Strombeck und Ewald der Golt nur an einzelnen Punkten, ſo bei Ahaus und Rheine an der Ems, bekannt geworden (ſ. Tafel b.).

2) Nördlich vom Harze in Hannover und Braunſchweig treten zunächſt die Golt-Thone und die über ihnen lagernden Mergel in dem Buſen zwiſchen der Aſſe und dem Elm, in der Umgebung von Braunſchweig, bei Olhey ſüdöſtlich von Salzgitter, bei Bannsleben unweit Schöppenſtedt, bei Bechelde u. ſ. w. inſelförmig hervor. Sodann aber zeigt ſich das folgende Glied des Golt, der Unterquaderſandſtein, am nördlichen Harzrande von Goslar (am Fallſteine bei Hornburg) bis Langelsheim und nordweſtlich davon am Heinberge und weiterhin am Hils, außerdem aber auch in der Gegend von Blankenburg, Halberſtadt und Quedlinburg. Statt dieſes Sandſteines enthält der mittlere Golt zwiſchen der Aſſe und dem Elm wieder bläulichgrauen Thon, aus welchem dann auch der obere Golt zwiſchen dem Elm und der Aſſe, am Fallſteine, bei Braunſchweig, bei Salzgitter und am Heinberge beſteht, während derſelbe von Goslar an in Braunſchweig, im ſüdlichen Hannover und ſelbſt im nördlichen Weſtphalen Flammenmergel zum Schlußgliede der ganzen nordweſtlichen Goltformation beſitzt.

3) In Schleſien gehören zum Golt namentlich die ſüdlich vom Teſchener Neocom befindlichen, Crioceras und Cycadeen haltigen Ablagerungen von Wernsdorf und die Sandſteine mit Belemnites minimus am Godulaberge.

b. In den **ſchweizer Alpen** zeigt der Golt ſeine vorherrſchend aus dunkelgrünen Sandſteinen, Schiefern und Kalkſteinen beſtehenden Ablagerungen zuerſt zwiſchen Bex und Sitten, dann in Unterwalden, Schwyz, Glarus (Kuhfirſten) und Appenzell (Säntis). In den deutſchen Alpen dagegen tritt er bei Rankweil und Feldkirch in Vorarlberg und am Grünten bei Sonthofen in Bayern auf.

c. Im Gebiete des **Juragebirges** iſt der Golt bis jetzt nur an der Porte du Rhône bei Bellegarde und einigen anderen Punkten in der Umgebung Genfs nachgewieſen worden.

d. In **Frankreich** zeigt ſich der Golt namentlich:

1) im Departement der Iſère, im Departement von Vaucluſe (namentlich in der Gegend von Apt — daher ſein Namen: „Aptien"), im Departement des Var (namentlich bei Escragnolles), im Departement der Rhônemündungen (ſo bei Caſſis im Thale der Bédoule und bei Martigues).

2) In dem Seinebassin, in welchem er vorherrschend aus dunkelen Thonen und glaukonitischem Sand und Sandstein besteht und fast überall dem Neocome auflagert. In dieser Weise zeigt er sich namentlich bis zu 110 Fuß mächtig in den Departements der Aisne, der Maas, der Ardennen und der Marne.

e. In England endlich ist der Golt der treue Begleiter des Neocom, umgürtet zugleich mit ihm das Wealdengebiet im südöstlichen England und bildet ebenso auf Wight, an der Meeresküste bei Folkstone, in Wiltshire, Lincolnshire, Norfolk und weiter nordwärts in Yorkshire die Decke des Neocom.

III. Beschreibung des Cenomans oder Unterquaders. — Die Neocom- und Goltbildungen sind ächte Strand- und Busengebilde, welche sich gewöhnlich in concordanter Lage auf oder an den obersten Schichten der weißen Juraformation abgesetzt haben und darum auch diese letzteren als eine äußere, gegen das damalige Kreidemeer hin abfallende und einsinkende, Terrassenzone umgürten. Auf dem, noch unter dem Meeresspiegel befindlichen, Theile dieser Strandzone — oder auch noch auf dem Jura oder einer älteren Formation da, wo Neocom und Golt wieder weggefluthet worden oder doch nicht zur Entwickelung gelangt war, — lagerten sich nun die Schichtmassen des Cenomans in der Weise ab, daß sie bei der Hebung ihrer Randmassen oder bei dem Niedersetzen ihrer Centralmassen wiederum eine äußere, gegen das Meer hin sanft abfallende, Grenzzone um die Neocom- und Goltbildungen darstellten. Weil nun aber die Cenomanniederschläge schon mehr Bildungen des offenen Meeres waren, so sind auch ihre Ablagerungsgebiete weit größer und weiter verbreitet, als die Gebilde der beiden unteren Kreideformationen, welche eben nur da, wo Strandeinbuchtungen waren, in denen die Meeresfluthen stagniren und in Folge davon ihr Landbildungsmaterial ruhig absetzen konnten, zur Entwickelung gelangten. §. 388.

Wie nun in dem Golt die thonigen Ablagerungen vorherrschen und die Sandsteingebilde hauptsächlich an dem inneren, dem Gebirgslande zugewendeten Rande auftreten, so verschwinden in dem Cenoman die Thonablagerungen mehr und mehr, während die Sandsteinbildungen, und namentlich die glaukonitischen, grüngefärbten (Grün- und Quadersandsteine), an Massenhaftigkeit und Verbreitung zunehmen. Ganz besonders gilt dieses von den Cenomanbildungen der nördlichen Kreidegebiete; in den südlichen Kreidegebieten dagegen treten vorherrschend hellgefärbte Kalkmergel und Kalksteine auf. Unter den in den verschiedenen Cenomangebieten vorkommenden Fossilien aber machen sich vorherrschend bemerklich Holaster carinatus, Cardium hillanum (vgl. Fig. 367, Seite 1068), Ostrea carinata, Exogyra columba (vgl. Fig. 363, S. 1067), Spondylus striatus, Inoceramus striatus (Fig. 387),

Fig. 387.
Inoceramus striatus.

§. 388

Gliederung des Cenoma

Nördliches Deutschland und Böhme				
in Westphalen.	**am Nordrande des Harzes.**	**in Sachsen.**	**in Böhmen.**	**in S**
Von Mühlheim über Essen bis Belecke glaukonitreicher **dunkelgrüner sandiger Mergel** und **Grünsandstein,** von Belecke bis nach Wünnenberg **gelblicher** od. **bräunlicher,** lockerer od. fester, **Quadersandstein,** welcher nach unten durch Aufnahme von Quarz-, Kieselschiefer- u. Kohlensandsteingeröllen conglomeratisch wird. Unter den hauptsächlich in den Essener sandigen Glaukonitmergeln vorkommenden **Fossilien** treten am meisten hervor: Ammonites varians Sow, Am. Mayorianus Orb, Nautilus elegans Sow., Arca isocardiaeformis Nyst., Inoceramus striatus Mant., Exogyra lateralis Dub., Ostrea macroptera Sow., Ostrea carinata Lam., Terebr. depressa Lam., Terebr. Tornacensis Arch., Holaster carinatus Orb. und Hol. subglobosus Ag. Nach Schlüter sind in Westphalen zu unterscheiden: 1) die Zone des Pecten asper; 2) die Zone des Am. varians; 3) die Zone des Am. rhotomagensis.	a. **Grünsand** (analog der belgischen Tourtia) und **glaukonitische Mergel** (z. B. bei Langelsheim unweit Goslar und an der Steinholzmühle bei Quedlinburg) mit Terebratula tomacensis, Rhynchonella latissima Sow., Avicula gryphaeoides Sow. b. **Grauer,** fester, bisweilen flaseriger, **Kalkstein** od. **weicher,** hellgrauer, **Mergel** mit Ammonites varians Sow., Turrilites tuberculatus Bosc., Inoceramus striatus Mant., Plicatula inflata Sow., Holaster carinatus. c. **Helle Mergel** und **graulichweiße Kalksteine** mit Ammonites rhotomagensis Defr., Turrilites costatus Lam., Inoceramus striatus, Plicatula inflata Sow., Terebr. biplicata Dav., Holaster subglobosus.	Zuunterst bei Niederschöna, Malter und Hökendorf **Quarzconglomerat** oder bei Grüllenburg und Ruppendorf **krystallinischer Sandstein,** dann aber, und zwar vorherrschend, **feinkörniger, weißlicher bis lichtgelber, bald kieseliger, bald thoniger,** in den unteren Schichten oft Glaukonit haltiger und dann grüner, **Sandstein** mit Einlagerungen von Thon oder schmalen Steinkohlenflötzen (bei Niederschöna). — Bezeichnend für diesen **Unterquader** sind namentlich a. von **Pflanzen:** Credneria cuneiformis, cuneifolia Bronn und Cunninghamites oxycedrus Presl., Acer, Salix, Alnus und Laurus (**die ersten bedecktsamigen Dicotyledoneen**); b. von **Thieren:** Am. Mantelli Sow., Nautilus elegans, Spondylus striatus, Mytilus Neptuni Goldf., Inoceramus striatus Mant., Pecten asper, Ostrea carinata Lam. und Ostrea diluviana Lin., Exogyra columba und haliotoidea Sow., Hippurites Saxoniae Röm., Spongia Saxonica Göpp.	a. **Unterer Quadersandstein.** Zuunterst **Quarzconglomerat;** darüber, wie in Sachsen, feinkörniger **Quadersandstein;** zuoberst (z. B. im Königsgrätzer Kreise) glaukonitischer, **grüner Sandstein.** — Bezeichnend sind: Exogyra columba Goldf., Ostrea carinata Lam., Inoceramus striatus, Neithea aequicostata, Lima multicostata Gein., Natica vulgaris Reuss. Hie und da auch die in Sachsen vorkommenden Zweige und Blätter von Dicotyledoneen. b. **Plänersandstein:** gelblicher, fester, dickschichtiger, **sandiger Mergel** (bei Prag) **od. auch** grauer, dünnplattiger, thonig-kalkiger, **Mergelsandstein** mit Inoceramus labiatus (im südlichen Theile des Königsgrätzer und Chrudiner Kreises); außerdem mit Pecten asper und Pecten aequicostatus und Exogyra columba. Der Plänersandstein wird von anderen Geologen schon als **unterer Turon** betrachtet.	In zwische Bunzl berg, und dann mächti men di Habe Mittel 14 Me und a scheuer Fuß Zug bi 1) 3 lichen Zuunt körnig aber **Qua** **stein** moni toma Exog lumb asper thia a also des Quade 2) 3 chen z. B. a scheuer **sandst** unter Schich nerkal Pläne Die von th lagern bildet.

edenen Landesgebieten. §. 388.

	Frankreich		England (südliches Gebiet).	Hauptablagerungsmassen und wichtigere Leitfossilien.
	im südlichen Gebiete.	im Bassin der Seine bis zum Canal.		
aye- lpen r der Golt tende ige, rige, Kalk- wen- mit nus lant., ormis vieri elem- us. den Al- ehört Theil hwyz, bei vickel- dich- knol- erten knol- Se- mit ensis per- Sow., nus Cri- hytes aster m (s. Tu- n).	Am Südwestrande des granitischen Hochplateaus erstreckt sich von Gourdon bis nach Angoulême, unmittelbar über der Juraformation lagernd, eine gewaltige **Rudistenbank**, welche aus zwei Etagen besteht. 1) **Untere Etage:** Zuunterst graue Thone u. Schieferthone; darüber gelbe oder graue Mergelkalke und glaukonitische, kalkige Sandsteine; zuoberst weiße, lockerkörnige, gelbliche dichte und gelbgraue, kieselige Kalksteine mit vielen Rudisten und Caprina triangularis und Capr. adversa Orb., Sphaerulites foliaceus Lam., Orbitulites conica, Exogyra columba, Ostrea plicata. 2) **Obere Etage:** Unten hellgelbe, glaukonitische, sandige Mergelkalksteine mit Exogyra columba, Ostrea plicata, Cardium productum; zuoberst: weißer od. gelber, rudistenreicher, Kalkstein mit Radiolites angulosus Orb., Radiolites cornu pastoris Bayle, Sphaerulites ponsianus Arch.	Zuunterst: **Oberer Grünsand**, darüber **glaukonitische Kreidemergel**, zuoberst: **weiße Kreide.** Im Kreidemergel kommen vor: Am. rhotomagensis Mantelli u. Am. varians, Scaphites aequalis, Turrilites tuberculatus, Hamites armatus, Exogyra columba, Ostrea carinata, Pecten asper u. orbicularis, Protocardium hillanum, Terebratula carnea, Holaster subglobosus, Galerites globulus, Siphonia pistillum; Inoceramus striatus	Auf Wight 60—100 Fuß mächtig. Zuunterst: Gelblichgraue Sandsteine mit Hornsteinlagen; — darüber: Kalkmergel mit Hornsteinnieren. Bei Warminster Siphonia piriformis, Discoidea subuculus, Exogyra conica, Pecten asper u. s. w. Bei Folkstone etwa 30 F. mächt.: Weiche, glaukonitische Mergel u. Firestone, eine Art Pläner. In ihnen kommen vor: Exogyra lateralis, Pecten asper, Pectenorbicularis, Neithia quinquecostata, (Ammonites rhotomagensis und varians).	1) Grünsandstein, glaukonitische Mergel, darüber gelbliche od. weißliche Quadersandsteine (in Westphalen, am Nordrande des Harzes, in Nordfrankreich u. in England). 2) Hellgraue Kalksteine und Kalkmergel (Nordrand des Harzes, Alpen, Südfrankreich). 3) Glaukonitische Kreidemergel u. Kreide (Tourtia) in Nordfrankreich. 4) Weißer oder gelblicher, bisweilen auch glaukonitischer, Quadersandstein und darüber Pläner in Sachsen, Böhmen und Schlesien. Ueberhaupt herrschen: a. im westlichen Gebiete glaukonitische Mergel und Sande; b. im nördlichen Gebiete Quadersandsteine; c. im südlichen Gebiete hellgefärbte Mergelkalksteine und Kalksteine. Die wichtigeren Leitfossilien sind: Manon peziza Goldf., Siphonia pyriformis Sow., Scyphia infundibuliformis. **Echinodermen:** Stacheln von Cidaris vesiculosa Goldf. — Holaster carinatus und subglobosus. **Rudisten:** Sphaerulites agariciformis Orb. — Radiolites cornu pastoris Bayb. — Hippurites cornu vaccinum Br. — Hipp. organisans Desm. **Brachiopoden:** Terebr. biplicata, depressa u. Tornacensis. — Rhynchonella latissima Sow. **Conchiferen:** Ostrea carinata, macroptera, diluviana. — Ex. columba, lateralis, harividea. — Spondylus striatus. — Pect. asper u. elongatus. — Neithia aequicostata. — Lima multicostata. — In. striatus. — Avicula gryphaeoides. — Mytilus Neptuni. — Protoc. Hillanum. — Plicatula inflata. — **Cephalopoden:** Am. varians, Am. Mayerianus, Am. rhotomagensis, Am. Mantelli. — Scaphit. aequalis. — Tur. costatus u. Tur. tuberculatus, Nautilus elegans u. Naut. expansus. — Belemn. coenomanus v. d. Marck.

§. 388. Pecten asper (Fig. 388), Ammon. varians (vgl. Fig. 368, S. 1069) und Ammon. rhotomagensis, Turricites costatus (Fig. 389), Scaphites aequalis (vgl. Fig. 371, S. 1069).

Fig. 388.
Pecten asper.

Fig. 389.
Turricites costatus.

Specieller ſind die Bildungsglieder in verſchiedenen Gebieten des Cenomans nebſt den für ſie bezeichnenden Foſſilien auf der vorſtehenden Gliederungstafel c. angegeben worden.

Auf dieſer Tafel ſind nun zwar auch ſchon die Hauptverbreitungsgebiete des Cenomans in Europa genannt worden, aber die Verbreitungsräume der cenomaniſchen Ablagerungen innerhalb dieſer Gebiete und die Verbindungsverhältniſſe dieſer letzteren unter einander konnten auf derſelben nicht ausgeführt werden. Deshalb ſoll hier ſpecieller

die Verbreitung des Cenomans in Europa

betrachtet werden.

a. In **Nord- und Mitteldeutſchland** beginnt der Cenoman:

1) In Weſtphalen als eine ſchmale Randzone am Haarſtrange im Thale der Möhn und Ruhr von Mühlheim über Eſſen, Belecke bis nach Wünnenberg und zeigt namentlich bei Frohnshauſen unweit Eſſen zahlreiche Cenomanfoſſilien. In dieſem Gebiete zeigt ſich namentlich Grünſand, graugrüner ſandiger Mergel und Quaderſandſtein entwickelt, ſo daß F. Römer die hier auftretenden Ablagerungen für ein Aequivalent der belgiſchen Tourtia hält.

2) In den nordwärts vom Harz gelegenen Gebieten von Braunſchweig und Hannover zeigt ſich der Cenoman mehr inſelförmig in den ſchon beim Golt erwähnten Mulden. Unter dieſen Cenomanmulden treten nun hauptſächlich die aus grünem thonigen Sande und grünem ſandigen Mergel zuſammengeſetzten und der belgiſchen Tourtia analogen Ablagerungen bei Langelsheim unweit Goslar und an der Steinholzmühle bei Quedlinburg; ferner die über der Tourtia lagernden, Ammon. rhotomagensis und Am. varians haltigen, grauen Kalkſteine am Kahnſtein bei Langelsheim und am

Ringelberge bei Salzgitter. In der Mulde zwischen Hornburg und Aschersleben aber treten statt der eben erwähnten Grünsand-, Mergel- und Kalkschichten Quadersandsteine auf. §. 388.

3) Im Königreiche Sachsen, in Böhmen, in Niederschlesien bei Löwenberg, in Mähren und in Bayern bei Regensburg wird der Cenoman vorherrschend durch Quadersandsteine gebildet.

α. In Sachsen bildet er mit seinen gewaltigen Quadersandsteinmassen das Elbsandsteingebirge (die sogenannte sächsische Schweiz) von Pirna bis zur böhmischen Grenze.

Nach Geinitz beginnt in den eben genannten Gebieten die Kreideformation mit einer Süßwasserbildung, welche die vorhandenen Becken des — aus dem Grundgebirge bestehenden — Untergrundes ausfüllt und deshalb nur mit ihren Landpflanzen-Kohlenlagern local (z. B. bei Niederschöna) auftritt. Auf dieser Süßwasserbildung folgt dann der untere Quadersandstein und über ihm der untere Pläner (Fig. 390).

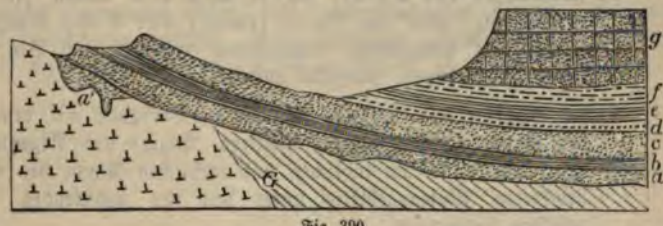


Fig. 390.
Profil durch die sächsische Quaderformation.
(Nach Geinitz.)

β. In Böhmen setzt der Cenoman die Felslabyrinthe von Adersbach und Weckelsdorf, sowie die gewaltige Heuscheuer zusammen, verbreitet sich außerdem durch das ganze Elbethal über den Königsgrätzer und Chrudimer Kreis bis in die Umgegend von Prag, und dringt auch noch ins Egergebiet ein.

γ. In Mähren dringt der Cenoman vom Elbegebiet aus bis in die Umgebung von Blansko, tritt aber meist nur an den tieferen Thaleinschnitten hervor.

δ. In Oberschlesien zeigt er sich im Verbande mit dem, ihn überlagernden, Turon in der Umgebung von Oppeln, Leobschütz und Löwenberg.

b. In den schweizer und deutschen Alpen lagert über dem Golt ein grauer Kalkstein, welcher nach dem Orte Sewen im Canton Schwyz Sewenkalkstein genannt wird und seinen Fossilien nach zum größten Theile der Turon- und Senon-Etage angehört. Indessen enthält dieser Kalkstein in seinen untersten Lagen auch Cenomanfossilien,

z. B. Inoceramus striatus und Scaphites aequalis, weshalb **Gümbel** wenigſtens dieſe Ablagerungen in den bayeriſchen Alpen dem Cenoman zurechnet.

c. In **Frankreich** zeigt ſich der Cenoman

1) im Departement der Iſère, wo er über dem Golt bei Villard-de-Lans und la Fauge mit glaukonitiſchen Sandmergeln und grünlichem Sandſtein auftritt;

2) im Departement der niederen Alpen bei Caſtellane auf dem Neocome lagernd;

3) im öſtlichen Theile des Departement des Var, wo ſie bei Graſſe über dem Golt mit grauem Kalkſteine und Mergelkalk auftritt und bei Caſtellane ſehr viele Exogyra columba enthält;

4) im Baſſin der Rhone, wo er aus dem nordweſtlichen Theile des Departements der Dordogne bis an die Meeresküſte zieht und reich an Rudiſten iſt;

5) im Baſſin der Seine, wo er meiſt vom Turon und Senon verdeckt iſt, aber im Departement der Aube deutlich entwickelt mit hellgrauen, Ammonites varians und Am. rhotomagensis haltigen, Mergeln auftritt;

6) im Baſſin der Loire, wo er im Verbande mit dem Turon den Raum zwiſchen Cosne, Poitiers, Angers und Argentan ausfüllt, aber nur am ſüdlichen und weſtlichen Rande des von ihm gebildeten Plateaugebietes unter den ihn bedeckenden Tertiärgebilden hervortritt.

d. In **Belgien** treten im Baſſin der Schelde und Maas die, unter dem Namen der Tourtia bekannten, conglomeratiſchen Gründſandſchichten des Cenoman unter dem Turon hervor.

e. In **England** breitet ſich der Upper Greensand des Cenomans namentlich im Süden des Landes längs der Grenze der Wealdenformation bis ans Meer hin aus und zeigt ſich auf der Inſel Wight und in Wiltſhire. Nach Norden hin wird ſeine Ablagerung immer ſchwächer, ſo daß ſie in Lincolnſhire und Yorkſhire ganz zu fehlen ſcheint. In ſeinen oberen Lagen geht er allmählich in den Turon über.

§. 389. **IV. Beſchreibung des Turons oder Mittelquaders.** — Ein treuer Begleiter des Cenomans iſt in vielen Kreidegebieten der Turon, ja nicht ſelten iſt die Grenze zwiſchen ihm und dem erſteren ſchwer zu finden, wenn er bei concordanter Auflagerung in ſeinen unteren Schichtmaſſen aus denſelben Geſteinsarten beſteht und neben ſeinen turonen Leitfoſſilien auch noch cenomane Petrefacten enthält. Im Allgemeinen jedoch herrſchen in ſeinen Ablagerungen hellgefärbte Kalkmergel, Plattenkalke (Pläner), weißliche oder gelbliche, oft auch marmorirte, dichte, Kalkſteine und feinkörnige Quaderſandſteine vor, während unter den in ſeinen Maſſen vor-

kommenden Fossilien namentlich Micraster cor testudinarium, Inoceramus labiatus und Inoceramus Brongniarti (Fig. 391), Spondylus lineatus §. 389.

Fig. 391.
Inoceramus Brongniarti.

Fig. 392.
Ammonites peramplus.

Goldf. und Spondylus spinosus Defr. (vgl. Fig. 364, S. 1067), Ammonites peramplus (Fig. 392), und Scaphites Geinitzi sich als für ihn bezeichnend erweisen. Seine speciellere „Gliederung in den verschiedenen Landesgebieten" zeigt Tafel d.

§. 389.

Gliederung des Tu

Nördliches und mittleres Deutschland mit Böhmen:				
in Westphalen.	**Nördlich vom Harze.**	**in Sachsen.**	**in Böhmen.**	**in Ober**
a. **Graue Mergel** mit Inoceramus labiatus, Am. nodosoides, Rhynchonella Cuvieri.	a. **Rother, mergeliger Kalkstein** (rother Pläner) zwischen Elbe und Weser mit Inoceramus labiatus, Inoc. Brongniarti, Terebr. semiglobosa.	a. **Plänermergel** (mittlerer Pläner), theils ein lichtbläulichgrauer, wirklicher Kalkmergel, theils ein gelblichgrauer, mergeliger Sandstein mit glaukonitischen Kalkconcretionen, Kohlenbrocken u. einzelnen Hornsteinlagen. Im Plänermergel sind bezeichnend: Scyphia infundibuliformis, Cidaris vesiculosa, Terebratula biplicata, Exogyra columba und haliotoidea, Inoceramus labiatus, Pinna decussata.	a. **Mittlerer Quader.** Hierher gehört nach mehreren Geologen der Plänersandstein des Cenoman.	a. Dü ger, m **Plänerk** Braunau, dorf und äquivalen Pläner be
b. **Gelblichweiße,** dickschichtige, **Mergel** mit Inoceramus Brongniarti u. Am. Woolgari.	b. **Weiße,** kreideähnliche **Kalksteine** mit Inoceramus Brongniarti, Am. Woolgari, Terebratula semiglobosa, Terebratula carnea, Galerites albogalerus und subrotundus.	b. Copitzer Grünsandstein.	b. **Mittlerer Grünsandstein von Mallnitz** mit Inoceramus Brongniarti und Exogyra columba.	b. **Obe ner** mit tes Gel
c. **Glaukonitreiche Mergel** u. **Sandsteine** mit Spondylus spinosus. Diese Abtheilung entspricht der Scaphitenzone des nördlich vom Harz liegenden Senon.	c. **Weiße Kalksteine** mit Scaphites Geinitzi, Am. peramplus, Inoc. cuneiformis, Spondylus spinosus, Terebratula carnea, Micraster cor anguinum.	c. **Oberer Pläner,** ein lichtgrauer, meist glaukonitfreier, Plattenkalkstein bei Strehlen und Weinböhla; mit Scaphites Geinitzi, Am. peramplus, Micraster cor anguinum, Cidaris granulosa, Terebrat. carnea, Spondylus spinosus. — Ueberhaupt nach Geinitz fast 200 Arten Fossilien.	c. **Mittlerer Pläner,** theils Kalkstein, theils Mergel mit Micraster cor anguinum, Ananchytes ovatus, Terebr. carnea, Spondylus spinosus, Inoceramus Cuvieri, Scaphites Geinitzi, Am. peramplus.	**In Mitt** nach
Ueber ihr lagert die Zone mit Inoc. Cuvieri und die grauen Mergel, welche als **Emscher Mergel** von Schlüter zum Turon gerechnet werden.	Ueber diesen Schichten folgen graue Mergel und Kalksteine mit Inoceramus Cuvieri, welche indessen nach Schlüter schon als die unterste Ablagerung des Senon zu betrachten sind.			a. **Wi** u. **Rein Schicht** labiatus
				b. **G Grünsa** Am. per
				c. **Pulv Schicht** phites Inoceram niarti.

erschiedenen Landesgebieten. §. 389.

rische sterrei: Alpen.	Frankreich: südliches.	Frankreich: nördliches.	England.	Hauptablagerungsmassen und wichtigere Leitfossilien.
bildun- Gosau- bachthale lzburger is 2500 tig. Sie us einem näßigen on Con- ten mit stein- u. stimmern, Sand- bläulich- fossilrei- Kergelu Mar- steinen lersberg) Hippu- kfteinen. nend für	Im Departement des Lot durch die Dordogne u. Charente: a. Mergelkalksteine mit Hippurites cornu vaccinum u. a. Rudisten. b. Harte Plattenkalke mit Exogyra auricularis. c. Sandige oder glimmerige und glaukonitische Gesteine mit Micraster cor anguinum, Terebr. alata, Neithea quadricostata, Spondylus striatus. d. Weiße, weiche, kreideähnliche Kalksteine mit viel Spongien, Bryozoën, Ananchytes striatus, Ostrea vesicularis u. s. w.	In dem Departement der Aisne: a. Hellgraue, z. Th. sandige und glaukonitische Kalkmergel mit Ostrea vesicularis, Exogyra lateralis, Plicatula aspera, Neithea quinquecostata, Pecten asper. b. Bläulicher Mergelthon. In dem Departement der Aube bilden weiße, weiche Mergel mit Micraster cor anguinum, Holaster subglobosus, Terebr. carnea, Spondylus spinosus, Inoceramus labiatus und Cuvieri, Scaphites Geinitzi den Turon.	An den Küsten des Canals bei Dover: a. Grauer, sandiger Kreidemergel mit untergeordneten Sandsteinlagen (Lowerchalk without flint) mit Inoceramus labiatus. b. Weißer, weicher u. dann gelblicher harter Kreidemergel (Chalk-marl) mit Am. peramplus und Am. Woolgarei. c. Mit Feuersteinen durchzogene, graugestreifte Kreidegesteine (Gray-chalk) mit Scaphites Geinitzi. Der ganze Turon ist fast 200 Fuß mächtig.	Im Allgemeinen erscheinen theils graue, rothe oder gelblichweiße oder auch Glaukonit haltige **Mergel** und ebenso gefärbte, bisweilen auch bunte, feste oder weiche Plattenkalksteine, theils Grünsande und Quadersandsteine als die Hauptbildungsmassen des **Turon, Mittelquaders** oder **Mittelpläners.** 1) In Westphalen, Sachsen, Böhmen und Oberschlesien hellgraue Mergel, Plänerkalke und in der unteren Region Quadersandstein. 2) In den Gebieten nördlich vom Harz (Braunschweig) rothe und weiße Kalkmergel und Kalksteine. 3) In den Alpen theils kalkige Conglomerate und Sandsteine nebst Marmor, theils Seewenkalk. 4) In Frankreich u. England vorherrschend weiße oder hellgraue, theils harte, theils weiche Kreidemergel und Kreidekalksteine. Die wichtigsten Leitfossilien sind: a. von **Spongien:** Siphonia piriformis Sow. (aber auch im Senon); b. von **Echinodermen:** Galerites subrotundus Ag. und Gal. albogalerus Lam. (auch im Senon); Micraster cor testudinarium Ag.; c. von **Brachiopoden:** Ter. striatula Mant. und Ter. semiglobosa Sow. (auch im Senon), Rhynchonella Cuvieri Orb.; d. von **Conchiferen:** Spondylus lineatus Goldf., Inoceramus Brongniarti Sow., Inoc. labiatus Brong., Inoc. problematicus Orb. (auch im Cenoman), Trigonia scabra Lam. ? (auch im Cenoman), — Spondylus lineatus Goldf. und Sp. spinosus Defr.; e. von **Cephalopoden:** Am. peramplus Sow., Scaphites Geinitzi Orb., Hamites ellipticus Mant.
m schon Cenoman weizer erwähn- nkalk ge- rher die **nergel,** caphites Mi- or anguli- ceramus u. Am. as ent-				

§. 589. In ſeiner Verbreitung ſteht er dem Cenoman, aber auch dem Senon ſehr nahe, indem er gewöhnlich die Decke des erſteren und die Sohle des letzteren bildet.

a. In Deutſchland zeigt er ſich zunächſt ſtark entwickelt:

1) in Weſtphalen, wo er mit ſeinen grauen und gelblichweißen Kalkmergeln, glaukonitreichen Sandmergeln und Sandſteinen und grauen Thonmergeln die ſich nordwärts ſanft einſenkende Terraſſe zuſammenſetzt, welche längs des ganzen Haarſtranges, von Eſſen bis nach Wünnenburg, dann in der Umgebung von Paderborn und endlich am ſüdweſtlichen Abhange des Teutoburger Waldes hervortritt.

2) Sodann tritt er nördlich vom Harze in Braunſchweig und Hannover zwiſchen Weſer und Elbe mit ſeinen röthlichen Pläner-kalken und grauen Mergeln ziemlich in denſelben Localitäten wie der Cenoman auf.

3) In Sachſen, wo dieſe Etage aus Plänermergel und Plänerkalk beſteht, zeigt ſich dieſelbe

α. mit ihrem Plänermergel hauptſächlich in dem weiten Vorlandsbecken der ſächſiſchen Schweiz;

β. mit ihrem Plänerkalke aber nur bei Strehlen unweit Dresden, bei Weinböhla unweit Meißen, bei Goppeln, Rippchen und einigen anderen Orten.

4) In Böhmen zeigt ſich der Turon vorzüglich im Elbthal zwiſchen Joſephsſtadt, Pardubitz und Leitomiſchl.

5) In Mähren bildet der untere Turon eine Fortſetzung des Pläners im Chrudimer und Königsgrätzer Kreiſe.

6) In Schleſien kommt der Turon im Oberthale bei Oppeln und auf der Oſtſeite des Boberthales, z. B. bei Braunau und Pilgramsdorf vor.

b. In den Alpen ſind es vorherrſchend Kalkſteine mit Rudiſten, Orbitulinen und Ammonites peramplus, welche den Turon zuſammenſetzen. Zu ihnen gehören:

1) in den öſterreichiſchen Alpen die Goſaubildungen des Salzkammergutes (Goſauthal, St. Wolfgang, Untersberg), der Gegend von Grünbach weſtlich von Wiener-Neuſtadt, von Neunkirchen, Gloggnitz (am Gansbauer), Hieflau am Gams und Wintiſchgarten.

2) In den bayeriſchen Alpen der Goſaubildungen am Fuße des Untersberges bei Reichenhall und weiter weſtlich die Hippuriten- und Sphärulitenkalke von Pfronten bis nach Imſt hin.

3) In den ſchweizer Alpen die ſchon bei dem Cenoman angegebenen Sewenkalkſteine mit Ammonites peramplus, Micraster cor testudinarium und Scaphites Geinitzi.

c. In Frankreich zeigt ſich der Turon zunächſt in dem Departement des Lot in der Dordogne, Charente und Charente inferieur; ſodann im Baſſin der Loire mit dem Cenoman zuſammen, jedoch wegen ſeiner Tertiärdecke nur in den Thaleinſchnitten, namentlich der Loire, deutlich

bemerkbar; endlich im nördlichen Frankreich, wo sie vorherrschend aus Kreidemergeln besteht, so bei Calais am Cap Blanc-Nez und im Boulonnais, ebenso im Departement der Aisne, der Ardennen (bei Bouconville) und der Marne (bei Sainte-Menehould), wo die unter dem Namen der Gaize bekannte, schmutzigweiße, weiche, thonigsandige, von Kieselconcretionen durchzogene, Gesteinsmasse mit einer Mächtigkeit von 150 bis 300 Fuß im Turon auftritt; außerdem auch im Departement der Aube.

d. In England endlich kommt der Turon mit dem Cenoman zusammen auf der Insel Wight, an der Küste des Canals bei Dover und an den inneren Abhängen der, das Wealdgebiet im Norden und Süden begrenzenden North-Downs und South-Downs vor.

V. Beschreibung des Senons oder Oberquaders. — Diese oberste, den ganzen Complex der Kreideformationen abschließende, Etage besteht im Allgemeinen theils aus Kreidemergeln und Sand, theils aus Quadersandsteinen und Thonlagen, theils aus weißlichen Kalksteinen und Schreibkreide, und wird charakterisirt namentlich durch Micraster cor anguinum (vgl. Fig. 357, S. 1065), Marsupites ornatus (vgl. Fig. 354, S. 1064), Ananchytes ovatus (Fig. 393), Sphaerulites Höninghausi, Pecten quadricostatus, §. 390.

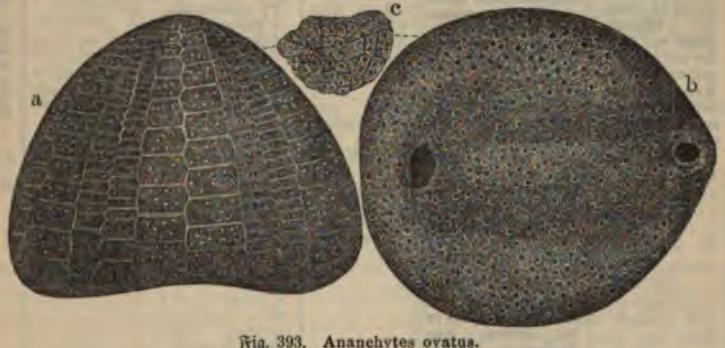


Fig. 393. Ananchytes ovatus.

Ostrea vesicularis, Inoceramus Lamarcki (vgl. Fig. 366 A., S. 1068), Turrilites polyplocus, Baculites Faujasii (vgl. Fig. 377, S. 1070), Belemnites quadratus und Belemnites mucronatus (vgl. Fig. 370, S. 1069). Die specielle „Gliederung seiner Ablagerungen in den verschiedenen Landesgebieten Europas" zeigt Tafel e.

§. 390. **Gliederung des Se**

Nördliches und mittleres Deutschland nebst Böhmen:

in Westphalen.	nördlich vom Harze.	in Sachsen.	in Böhmen.	in Mittelbayern.	in Sc
Gegend zwischen dem Teutoburger Wald, der Lippe und Embscher. a. Graue **Mergel** im Wechsel mit grauen Kalksteinen und mit Inoceramus Cuvieri, Micraster cor anguinum, Baculites anceps, Ammonites margae. b. In der Hardt loser, gelber od. brauner, **Quarzsand** mit Bänken von rauhem, gelbem **Sandstein** mit Belemnites mucronatus, Ostrea vesicularis, Neithea quadricostata.	Zwischen Quedlinburg u. Halberstadt. a. **Salzbergmergel,** etwa 50 Fuß mächtig: Sehr glaukonitreicher, grüner, Mergelsand u thonig-kalkiger Sandstein mit Inoceramus Cuvieri und Micraster cor anguinum. Ueber ihm lagert: **Oberer Quadersandstein,** 50 bis 100 Fuß mächtig, mit Bel. quadratus, Inoceramus Cuvieri, Micraster cor anguinum. — Ueber ihm lagert grüner oder brauner Sand und eisenschüssiger Thon (**Münchenhofer Sand**). b. **Kreidemergel** bei Heimburg, Wernigerode, Ilsenburg und Goslar (am Sudmerberg) mit Bel. mucronatus, (Inoceramus Cripsii, Rhynchonella octoplicata, Ter. carnea). c. **Ueberquader** vom Regenstein bei Blankenburg bis in die Gegend von Ballenstedt. Lockerer Sand mit Quarzkieseln und „glasirten Blöcken" u. Einlagerungen von **Quadersandstein** (**Teufelsmauer**) und auch von Thon und Kohlen; mit Bel. mucronatus, Baculites anceps, Ostrea vesicularis.	Bergmassen der sächsischen Schweiz. a. **Oberer Quadermergel** mit Baculiten. b. **Oberer Quadersandstein** mit Einlagerungen von sandigem Schieferthon u. mit Spongia saxonica, Rhynchonella octoplicata, Exogyra columba, Asterias Schulzii, Pecten quadricostatus.	Gegend von Priesen: a. Bläulichgraue, schiefrige Thonmergel mit Baculites anceps, Micraster cor anguinum, Ananchytes ovatus, Inoceramus Cuvieri (**Baculitenmergel**). b. **Oberer,** graulich- oder gelblichweißer, **Quadersandstein** (am Schneeberg) mit Rhynchonella octoplicata, Exogyra columba, Inoceramus Cripsii und Brongniarti, Asterias Schulzii.	a. Kagerhöhschichten mit Trigonia limbata, Calian. antiqua. b. Marterbergmergel mit Baculites anceps, Micraster cor anguinum, Inoceramus Cuvieri. c. Großberg-Sandstein mit Ostrea vesicularis.	Westl Bod (bei G Ottend nig-Ra We Zuunte und S mit Bel natus, subro Marsu natus Zuober Sandst Lage Töpfer glasirte von Sandf Hier die Ke von C u. We with Eisens Wehr

erschiedenen Landesgebieten.

§. 390.

n.	Frankreich: südliches.	Frankreich: nördliches.	England.	Hauptablagerungsmassen und wichtigere Leitfossilien.
er viel- ncher, amus Inoc. . Mi- or an- altige enkalk. aye- Al- hören ie im hale sberg latte- tollen sen- rkom- rünen n, von d ro- rgel- be- Mi- cor um, ve- is u. ites atus Sand-	Im Departement der Dordogne eine 80 Fuß mächtige Zone weißlich-gelblichen, bald harten, bald zerreiblichen, **Kalksteins** mit ausgedehnten **Radiolitenzonen**, deren untere namentlich Radiolites fissicostatus, royanus, crateriformis nebst Sphaerulites Höninghausi u. Sph. alatus, die obere aber Radiolites Jouanetti, ingens u. Bournoni, außerdem Hippurites radiosus und Sphaerulites cylindraceus enthält.	1) Im Depart. der Aisne: Eine untere, 50 Fuß mächtige, Etage besteht aus **feuersteinreicher, mergeliger Kreide** mit Micraster cor anguinum und Ostrea vesicularis; dann eine obere, 70—80 Fuß mächtige, Etage, welche aus weißer, **feuersteinleerer, erdiger Kreide** besteht u. Inoceramus Cuvieri, Bel. mucronatus, Ananchytes ovatus enthält. 2) Im Depart. der Seine u. Marne herrscht bei Montereau **Pisolithenkalk** und unter ihm die **weiße Kreide** mit Senonfossilien. Bei Mästricht in Belgien u. bei Aachen lagert zuunterst gelber od. weißer **Sand** (300 F.), darüber **Kreidemergel** (100 F.) mit Flintknollen; zuoberst **Tuffkreide** voll Foraminiferen und Bryozoën.	Vorzüglich im südlichen Gebiete von Dover bis nach Devonshire. In zwei, zusammen 350 F. mächtigen, Etagen, von denen die untere flintarm und grau ist und Inocer. Cuvieri und Micraster cor anguinum enthält, die obere aber weiß u. flintreich ist und Belemnites mucronatus, Bel. quadratus, Marsapites ornatus, Ananchytes ovatus, Galerites albogalerus, Ostrea vesicularis und Inoceramus Cuvieri umschließt.	1) In Belgien und dem angrenzenden Deutschland (Maestricht und Aachen) von unten nach oben loser Sand, Kreidemergel und Tuffkreide. 2) In Westphalen unten graue Mergel, oben Quarzsand u. Sandstein. 3) Am Harzrande Quadersandstein mit untergeordnetem Kreidemergel, welcher aber weiter nördlich (in Braunschweig) nebst thonigen Kalksteinen herrschend wird. 4) In Sachsen, Böhmen, Mittelbayern und Schlesien zuunterst Mergel, darüber Quadersandstein mit Thonlagern. 5) In den Alpen mancher Sewenkalk, vorzüglich aber grüngraue Sandsteine mit Mergelschiefern. 6) Im südlichen Frankreich gelbliche Radiolitenkalke, im nördlichen Frankreich aber, in England und auf den Ostseeinseln (Rügen, Wollin) weiße Kreide. Die **wichtigsten Leitfossilien** sind folgende: 1) von **Echinodermen**: Galerites abbreviatus Lam. (Gal. albogalerus Lam.); Micraster cor anguinum Ag.; Ananchytes ovatus Lam.; Marsupites ornatus Mant.; 2) von **Bryozoën** namentlich die Gattungen Cellepora und Eschara (in der Maestrichter Tuffkreide); 3) von **Rudisten**: Sphaerulites Höninghausi Goldf.; Radiolites Jouanetti Orb. und Rad. fissicostatus: 4) von **Brachiopoden**: Terebratula alata Lam.; 5) von **Conchiferen**: Exogyra laciniata Goldf.; Pecten quadricostatus Bronn; Ostrea vesicularis Lam.; Inoceramus Cuvieri Sow., Inoceramus Cripsii Mant.; 6) von **Gasteropoden**; Dentalium Mosae Bronn (in der Tuffkreide); 7) von **Cephalopoden**: Ammonites westphalicus Strom.; Turrilites polyplocus Röm.; Baculites anceps Lam. und Bac. Faujasi Lam.; Nautilus danicus Schl. — Belemnites quadratus und Belemnites mucronatus Orb.

§. 390. Aber ſeine Verbreitungsbiſtricte in den einzelnen Senongebieten wird kürzlich das Folgende zeigen:

a. In Deutſchland tritt der Senon auf

1) an der belgiſch-deutſchen Grenze bei Maeſtricht und bei Aachen mit ſeiner foraminiferen- und bryozoënreichen Tuffkreide;
2) in Weſtphalen in dem ganzen Gebiete zwiſchen dem Teutoburger Walde, der Lippe und Embſcher (ſo namentlich bei Recklinghauſen, bei Coesfeld, Ahaus, Stadtlohn, Oeding, an den Hügeln der Hardt und der hohen Mark);
3) nördlich vom Harz zwiſchen Quedlinburg und Halberſtadt, weiter zwiſchen Blankenburg und Weſterhauſen, dann bei Heimburg, Wernigerode, Ilſenburg, Goslar bis Oſterwyck (— mit ſeinen Quaderſandſteinen die Teufelsmauer und den Regenſtein bildend —); — außerdem in Braunſchweig bei Vordorf zwiſchen Braunſchweig und Giſhorn, bei Peine, Groß-Bütten, bei Glendorf ſüdöſtlich von Wolfenbüttel, bei Königslutter u. ſ. w.;
4) in Sachſen in dem ganzen Gebiete der ſächſiſchen Schweiz, in welcher ſein Quaderſandſtein alle die großartigen Felsparthien (z. B. Königſtein, Lilienſtein, Baſtei u. ſ. w.) aufthürmt;
5) in Böhmen, die Felſen der ſächſiſchen Schweiz bis ins Egerthal und bis nach Mähren (zwiſchen Böhmiſch-Trübau und Glaſelsdorf) fortſetzend;
6) in Schleſien weſtlich vom Boberthale, namentlich bei Giersdorf, Otterndorf, Wenig-Rackwitz und Wehrau (bei den erſteren Orten Kohlenlager und bei Wehrau Eiſenſteinlager umſchließend);
7) in Bayern in der Umgebung von Regensburg (am Marterberg und Großberg).

b. In den Alpen zeigt ſich nach Gümbel der Senon im Nierenthale am Untersberge (in den Salzburger Alpen) und im Plattenauer Stollen am Kreſſenberge. Wahrſcheinlich gehört auch mancher Sewenkalk der Schweiz hierher.

c. In Frankreich tritt der Senon zunächſt vereinzelt und unmittelbar über dem Golt liegend bei Grenoble und in den Bergen der Chartreuſe (Departement der Iſère), ſodann in der Dordogne und Charente, endlich mit ſeinen Kreideablagerungen und ſeinem Piſolithenkalke bei Montereau im Departement der Seine und Marne, der Yonne, Maas, Oiſe und Somme auf.

d. In England breitet ſich der Senon in dem ganzen Landſtriche aus, welcher öſtlich und ſüdlich einer von Flamborough-Head in Yorkſhire nach Bovey in Devonſhire gezogenen Linie liegt.

e. Endlich ſind noch die Oſtſeeinſeln Rügen, Wollin und Seeland zu nennen. Auf Rügen tritt mit Macht die weiße Schreibkreide (z. B. an der Stubbenkammer) auf, in Dänemark bilden die Faxoe-Kalke das oberſte Glied des Senons.

Allgemeine Ablagerungsgebiete der Kreideformationen und Oberflächenformen ihrer Landesbildung. — Die in den vorstehenden Paragraphen angegebenen speciellen Kreidegebiete lassen sich hauptsächlich nach ihrer petrographischen Beschaffenheit und Lage in folgende, schon im §. 382 angedeutete, allgemeine Ablagerungsgebiete und Districte vertheilen: §. 391.

1) das Garonne-Kreidegebiet, welches sich im südwestlichen Frankreich zwischen den Pyrenäen und dem Granitplateau Südfrankreichs ausbreitet und an seiner Ostseite mit dem Rhone-Kreidegebiet zusammenhängt;
2) das Loire-, Seine- oder nordfranzösische Kreidegebiet, welches zwischen der granitischen Bretagne und den ostfranzösischen Juraterrassenzügen sich ausbreitet und einerseits im Nordost mit dem belgisch-deutschen, andererseits aber mit dem englischen, nur durch den Canal von Calais von ihm getrennten, Kreidegebiete zusammenhängt;
3) das englische Kreidegebiet, welches, westwärts von den jurassischen Bergländern Englands begrenzt, die ganze östliche Hälfte dieses Landes einnimmt, sich dann aber in das Bett der Nordsee einsenkt und endlich wieder an den Westküsten Belgiens und Hollands auftaucht.

Das nordfranzösisch-englische Kreidegebiet ist bezeichnet durch seine ausgedehnten Ablagerungen von Schreibkreide.

4) das norddeutsche Kreidegebiet, in welchem jedoch je nach dessen Bildungsmassen folgende Districte zu unterscheiden sind:
   a. der belgische oder Maas-Kreidedistrict, welcher ost- und nordwärts von der Maas begrenzt wird und mit den senonischen Kreidegebilden erfüllt ist;
   b. der westphälische oder Rhein-Emsdistrict, welcher hauptsächlich die Mulde zwischen Haarstrang und Teutoburger Wald ausfüllt und durch seine Senonmergel sich dem Maasgebiete, dagegen durch seine Quadersandsteine und Sande sich dem folgenden Districte anschließt;
   c. der Weser-Elbebezirk, welcher sich nordwärts vom Harze ausbreitet und durch seine Mergel sich dem westphälischen Bezirke, durch seine schon stark entwickelten Quadersandsteine dem folgenden Bezirke anschließt;
   d. der Elbebezirk, welcher sich zu beiden Seiten der Elbe in Sachsen, Böhmen und Mähren ausbreitet, das nordböhmische Elbebecken ganz ausfüllt und sich durch die massige Entwickelung des Quadersandsteines auszeichnet;
   e. der Weichselbezirk zu beiden Seiten der Weichsel in Oberschlesien, Polen und den Karpathen.

Alle diese Bezirke hängen wahrscheinlich unterirdisch zusammen, erscheinen aber gegenwärtig theils durch Tertiär-, theils durch Diluvialgebilde so überschüttet, daß nur ihre höheren Ablagerungen inselförmig aus dem sie umgebenden Schuttlande oder auch wohl aus dem Meere selbst hervorragen, z. B. Rügen und Wollin.

§. 391. 5) das alpine oder ſchweizeriſch-ſüddeutſche Kreidegebiet, welches vom Genferſee bis in die Umgegend von Wien reicht, nordweſtwärts dem Juragebirge anlagert und auch in der Umgebung von Regensburg inſelförmig hervortritt, an ſeiner Südoſt- und Südſeite aber in Gemeinſchaft mit der Trias und dem Jura die nördlichen Kalkalpen zuſammenſetzt und an ſeiner Südſeite mit dem folgenden Gebiete zuſammenhängt;

6) das Rhonegebiet, welches vom Genferſee aus einerſeits den ſüdlichen und ſüdweſtlichen Theil des Juragebirges und andererſeits die weſtlichen Gebirgszüge der Dauphinéer-Alpen zuſammenſetzt und bis zu den Rhonemündungen reicht.

Sowohl das Rhone-, wie das ſchweizeriſch-ſüddeutſche Kreidegebiet iſt ausgezeichnet durch die ſtarke Entwickelung von feſtem, hellgefärbtem, Rudiſtenbänke haltigem Kalkſteine;

7) endlich das illyriſch-dalmatiſche Kreidegebiet, welches mit dem ſüdalpiniſchen Gebiete zuſammenhängt.

Unter den außereuropäiſchen Kreidegebieten iſt vorzüglich Nordamerika zu erwähnen. In ihm bildet die Kreideformation zunächſt eine 2 bis 6 deutſche Meilen breite, aber an vielen Stellen durch quartäre Ueberlagerungen verdeckte, Zone an der ganzen Küſte von der Stadt New-York an durch New-Jerſey, Delaware, Virginia und Carolina, welche dann, ſich um den ſüdlichen Rand der Alleghanys herumwendend, durch Georgia und Alabama ins Miſſiſſippithal dringt und eine weite, die Staaten Texas, Louiſiana, Tenneſſee und Kentucky umfaſſende, Bucht bildet; ſodann aber bildet dieſe Formation eine noch mächtigere Zone, welche ſich von Mexico aus an dem Oſtabhange der Rocky Mountains hin bis zum nordiſchen Polarmeere erſtreckt. Soweit bis jetzt bekannt, gehören die an der atlantiſchen Küſte lagernden Kreidegebilde dem Senon, — ſo wie er bei Maeſtricht und Aachen entwickelt erſcheint, — an; die texaniſchen Kreideablagerungen aber gleichen ihren Hippuriten, Orbitulinen und Nerineen nach dem alpinen Turon.

Die in dieſen Gebieten lagernden Kreidemaſſen bilden in der Regel weit ausgedehnte Ebenen, welche von den ihnen angrenzenden Gebirgen ſanft nach dem Centrum ihres Bildungsbeckens abfallen und ſo eine Mulde bilden, welche um ſo concaver erſcheint, je umfangreicher ihr Bildungsbecken iſt. Dieſe Muldenbildung tritt vorzüglich entwickelt hervor in dem Baſſin der Seine und in dem weſtphäliſchen, zwiſchen Haarſtrang und Teutoburger Walde gelegenen, Kreidegebiete; ja ſie würde auch zwiſchen dem engliſch-weſtdeutſchen Kreidegebiete bemerkbar ſein, wenn nicht der Canal und die Nordſee dieſes Gebiet von einander trennten, da ja die engliſchen Kreideablagerungen nach Oſten, die weſtdeutſchen aber vorherrſchend nach Weſten und Nordweſten, alſo ebenſo wie die engliſchen nach dem ſie getrennt haltenden Meere hin abfallen.

Weniger deutlich tritt die Muldenbildung in den kleineren Bildungsräumen, welche gegenwärtig zwiſchen Gebirgsmaſſen eingeengt liegen,

hervor. Waren diese Gebirge schon vor der Entwickelung der Kreide- §. 391.
formationen vorhanden, so zeigen die in ihnen gegenwärtig vorhandenen Kreidegebilde eine fast wagrechte Ablagerung, so daß ihre Massen ein horizontales oder nach seiner Mittelaxe hin nur wenig eingesenktes Hochplateau bilden, wie dieses z. B. in der sächsischen Schweiz der Fall ist. Wurden aber die gegenwärtig die Kreidegebiete umgebenden oder aus ihnen hervorragenden und aus älteren Formationen bestehenden Gebirge und Bergmassen erst nach der Ablagerung der Kreidegebilde gehoben, dann wurden auch diese letztern auf die mannichfachste Weise nicht nur aus ihrer ursprünglich horizontalen Lage entfernt und gehoben, sondern auch in einzelne, nicht selten weit von einander entfernt liegende, Inselschollen zerrissen, geknickt, gehoben, ja so umgekippt, daß das Unterste zu Oberst kam. In dieser Weise erscheinen z. B. die Triasberge bei Lüneburg ringsum so von den Kreidegebilden umschlossen, daß die Schichten dieser letzteren allseitig sanft nach Außen hin abfallen. Ebenso sind nach Heinr. Credner die am nordwestlichen Rande des Harzes zwischen Harzburg und Goslar am Langenberge lagernden Hilsablagerungen durch starke Emportreibung dieses Theiles des Harzgebirges so umgestülpt worden, daß die, aus Hilsconglomerat und Hilsthon bestehenden, Schichten derselben von den obersten Ablagerungen des weißen Jura bedeckt werden (Fig. 394). Ferner erscheinen nach Ferd. Römer bei Kirchdornberg am Teutoburger Walde durch starke Hebung des Muschelkalkes, Lias und Serpulitenkalkes der Wealdenthon, Neocomsandstein, Flammenmergel und Pläner umgekippt, wie das folgende von F. Römer entlehnte Profil (Fig. 395) lehrt. — Am schlimmsten aber

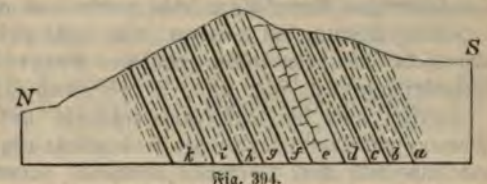


Fig. 394.

Profil durch die übergekippten Kreide- und Juraschichten des Langenberges bei Goslar.
a—h Weißer Jura. — i und k Hilsformation.

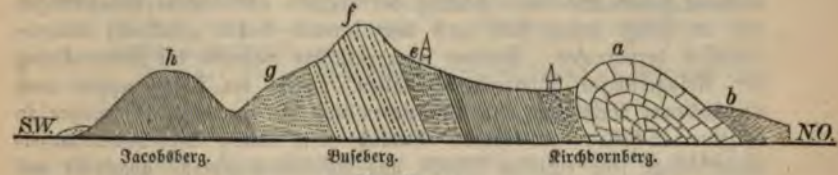


Fig. 395.

a Muschelkalk. — b Bunte Keupermergel. — c Lias. — d Serpulitenkalk. — e Wealdenthon. f Neocomsandstein. — g Flammenmergel. — h Pläner.

ist es den Kreideablagerungen in den Alpen ergangen. In diesen, welche erst nach der Ablagerung der obersten Kreidebildungen gewaltsam emporgetrieben worden sind, erscheinen die letzteren nicht nur in einzelne, getrennt von einander liegende Schollen zerrissen, sondern oft auch wild zusammengeknickt, eingequetscht und so gefaltet, daß die oberen Etagen der Kreideformation zwischen den Neocomschichten eingefaltet erscheinen, wie

§. 391. das folgende, von Gümbel entlehnte Profil von der Keßler-Alpe zeigt (Fig. 396).

Fig. 396. Wand der Keßleralpe.
n Neocom. — s Schrattenkalk. — g Goltgrünsand. ik Inoceramen- (Seewen-) Kalk. — im Inoceramen- (Seewen-) Mergel.

Und ſo zeigen ſich in der Regel die Ablagerungen der Kreideformationen in der näheren Umgebung von ſolchen Gebirgen, welche erſt während oder nach der Kreidebildungsperiode in die Höhe getrieben worden ſind, in ihren Ablagerungsverhältniſſen geſtört, ſo daß ſie ſtatt ſanft geneigter Terraſſenplateaus aufgerichtete, ſteil abfallende, an ihrem Scheitel ſpitzzackige, Felsriffe bilden, wie man ſowohl in den Nord-, wie in den Südalpen bemerken kann. Solche, mit faſt ſenkrecht ſtehenden Schichtmaſſen verſehene, Kreidemaſſen ſind es nun auch, welche in den Schweizer Alpen überall da, wo weichere, durch die atmoſphäriſchen Niederſchläge leicht zerſtör- und ausfluthbare, Schieferthon- und Mergelſchichten mit härteren, nicht leicht zerſtörbaren, Kalkſteinſchichten abwechſeln, die ſchon früher erwähnten Karren- oder Schrattenfelder hervorbringen (vgl. Fig. 285, S. 989 nach Studer).

Indeſſen auch die ſonſt ganz regelrecht und horizontal abgelagerten Plateau- und Muldenländer der Kreidegebiete zeigen innerhalb ihrer Maſſen und außerhalb ihrer Oberfläche mancherlei Formenbildungen, durch welche die ſtetig ausgedehnten Ablagerungsmaſſen derſelben Unterbrechungen und Abweichungen verſchiedener Art von ihren urſprünglichen Tafelbildungen zeigen. Schon dadurch, daß in weit ausgedehnten Bildungsbecken die einzelnen Kreideablagerungen durch ihr eigenes Gewicht nach der Mittelaxe ihrer Becken weit ſtärker niederwärts gedrückt werden, als an den Strandzonen dieſer Becken, entſtehen Längsſpalten, welche parallel mit dem Strande ziehen und eine Spaltung der Strand- und Central-Ablagerungen und in Folge davon ſteil nach dem inneren Becken abfallende Strandterraſſen hervorrufen. Sodann aber entſtehen während der Austrocknung der Ablagerungen Austrocknungsſpalten, welche die Ablagerungen nach verſchiedenen Richtungen hin durchziehen und die ganzen Ablagerungen in einzelne Schollen zerreißen. Endlich wird durch die Meteorwaſſerniederſchläge jede einzelne Scholle und Abſonderungsmaſſe abgeſpült und abgerundet, ſo daß nun theils abgerundete Kuppen und Hügelreihen mit zwiſchen liegenden Thalmulden — ſo namentlich in den Kreidemergel- und weicheren Thonkalkgebieten — theils ſäulen-, obelisken-, mauer- und thurmförmige, ſteil anſteigende, Felsbildungen mit zwiſchen ihnen ſich hin und her windenden Schluchtenthälern — ſo vorzüglich in den aus Quaderſandſteinmaſſen beſtehenden Kreidegebieten — zum Vorſcheine kommen.

So viel über die Terrainbildungen in den Kreidegebieten. Durch eigentliche vulkaniſche Eruptionen iſt keine weſentliche Veränderung in

den Ablagerungen der Kreideformationen hervorgerufen worden; denn §. 391.
während der Bildungszeit dieser letzteren sind scheinbar nirgends Eruptivmassen dem Erdinnern entquollen. Die in dem Neocomgebiete am Nordabfalle der Karpathen zahlreich auftretenden Gänge und Kuppen von Basalten und Anorthitdoleriten (— sogenannten Teschenіten —), welche alle in einer langgezogenen, den Nordkarpathen parallelen, Kette auftreten, gehören erst der folgenden Periode, der Tertiärzeit, an und haben nur die in dem Kreidegebiete vorhandenen Spalten zu ihrem Durchgange zur Erdoberfläche benutzt und daher auch keinen Einfluß auf die Verwerfung der von ihnen durchzogenen Kreideablagerungen ausgeübt, sondern nur den Aggregatzustand der von ihren Schmelzmassen unmittelbar berührten Gesteinsablagerungen verändert.

Von Erzgängen kommt in den verschiedenen Etagen der Kreideformationen nur selten etwas vor. Nach Credner befinden sich in dem oberen Pläner von Stadthagen in Westphalen Gänge von Bleiglanz und Blende und in dem Golt bei Bentheim bis 1 Meter mächtige Asphaltgänge.

Anhang: Verzeichniß der bei der Beschreibung und Gliederung der einzelnen Kreideformationen benutzten Werke:

d'Archiac: Histoire des progrès de la Géologie. 4. Bd.

Beyrich's Abhandlungen in der Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft. I. Bd. S. 320, III. Bd. S. 567 ff.; dann in den Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1855.

Heinr. Credner: Ueber die Gliederung der oberen Juraformation und der Wealdenbildung im nordwestlichen Deutschland. Prag 1863. — Heinr. Credner: Geognostische Karte der Umgegend von Hannover. — Hannover 1865.

Herm. Credner: Elemente der Geologie. Leipzig 1876.

Dunker und H. von Meyer: Monographie der norddeutschen Wealdenbildung ꝛc. Braunschweig 1846.

Ewald's Abhandlung im VII. Bd. S. 8 u. 9 der Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellsch.

Geinitz: Das Quadersandstein- oder Kreidegebirge in Deutschland. Freiberg 1849 und 1850. — Das Elbthalgebirge in Sachsen. Cassel 1871 und 1872. — Das Quadergebirge oder die Kreideformation in Sachsen. 1856. — Charakteristik der Schichten und Petrefacten des sächsischen Kreidegebirges.

Gümbel: Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges. Gotha 1858 bis 1861.

v. Hauer in der Zeitschr. der deutsch. geol. Ges. IV. S. 660 f.

Marcou: Sur le Néocomien dans le Jura. 1858.

Reuß: Kurze Uebersicht der geognostischen Verhältnisse Böhmens. 1854. S. 64 ff. und Abhandlungen im Jahrbuche der K. K. geolog. Reichsanstalt. — Ferner Reuß: Beiträge zur Charakteristik der Kreideschichten in den Ostalpen. Wien 1854.

Ferd. Römer's Abhandlungen in dem neuen Jahrbuch für Min. 1843. S. 385 u. 786 ff. — Ferner in der Zeitschr. der deutsch. geol. Gesellschaft. IV. S. 698 ff. und 728, Bd. VI. S. 99 ff., Bd. VII. S. 534. — Geologie von Oberschlesien. Breslau 1871.

v. Strombeck's Abhandlungen in dem neuen Jahrb. für Min. 1857 (Gliederung des Planers im nordwestlichen Deutschland); ferner im V. Bd. S. 508, im VI. Bd. S. 264 u. S. 672, im VII. Bd. S. 502 ff., im VIII. Bd. S. 483, im IX. Bd. S. 415, im XI. Bd., im XIII. Bd. S. 22 der Zeitschr. der deutsch. geol. Gesellschaft.

D. Die känozoiſchen Formationen.

§. 392. **Allgemeine Charakteriſtik der Bildungsräume und Bildungsmaſſen der känozoiſchen Formationen.** — Schon durch die theilweiſe Erhebung der ſenoniſchen Ablagerungen über den Spiegel des Oceanes hatten ſich am Schluſſe der Kreidezeit die Land- und Meeresräume bedeutend verändert; die neu aus dem Meeresbette emporgeſtiegenen Landesmaſſen drängten das Meer von ſeinen früheren Geſtaden weiter zurück und engten es theilweiſe ſo ein, daß es da und dort größere und kleinere Binnenmeere bildete, welche oft nur noch durch ſchmale Canäle mit dem Meere in Verbindung ſtanden und mit der Zeit von ihrem Salzwaſſergehalte immer mehr verloren, wenn anders Flüſſe ihnen Süßwaſſer fort und fort zuleiteten, bis ſie zuletzt faſt Süßwaſſerbecken wurden. Dazu kam noch, daß durch Erderſchütterungen oder auch durch den Zuſammenſturz von Gebirgsmaſſen und die hierdurch entſtandenen Schuttmaſſen Landesgewäſſer, welche ſonſt ihr Waſſer dem Meere zuführten, geſtauet wurden, ſo daß ſich nun ihr Waſſer in mehr oder minder großen Binnenſeen anſammelte, welche ſich erſt ſpäter wieder einen Durchbruch zum Meere verſchaffen konnten. Nun wurden zwar ſchon im erſten Drittel der känozoiſchen Periode, durch die in dieſer Zeit entſtehenden Tertiärbildungen viele der ſo entſtandenen Binnenſeen und Meerbuſen ausgefüllt, auch erhoben ſich in der zweiten Hälfte dieſer Tertiärzeit die gewaltigen Hochgebirgsketten der Pyrenäen, Alpen und Karpathen, des Kaukaſus und Himalaya und der amerikaniſchen Cordilleren über den Spiegel des Meeres, allein während auf dieſe Weiſe die Landesmaſſen ſehr ſtark vermehrt wurden, ſanken zu derſelben Zeit auch wieder große Strecken Landes, ſo das ganze Tiefland nördlich, weſtlich und öſtlich vom deutſchen Mittelgebirgsbogen, in die Tiefen des Meeres zurück, ſo daß beim Beginne des zweiten Drittels der känozoiſchen Periode ſowohl in Europa, wie in Afrika, Aſien und Amerika alle die Tieflandsmaſſen, welche gegenwärtig in den genannten Continenten zu Tage ſtehen, und ebenſo viele der gegenwärtigen Thalgebiete der großen Ströme, — ſo in Europa die Thalebene des Po, der Rhone, des mittleren Rheines und auch zum Theil der Donau —, ſich unter Waſſer befanden. — Während des zweiten Drittels der känozoiſchen Periode, in der ſogenannten *Diluvialzeit*, wurden indeſſen die meiſten dieſer unter Waſſer ſtehenden Landesmaſſen theils durch Hebungen theils durch Landesſchuttmaſſen, welche hochangeſchwollene Waſſerfluthen fort und fort abſetzten, wieder ſo erhöht, daß ſie mehr und mehr über den Meeresſpiegel hervortraten und die Meeresmaſſe allmählich in diejenigen Grenzen zurückdrängten, welche ſie gegenwärtig im Allgemeinen noch einnimmt. Und von dieſem Zeitpunkte an beginnt das letzte Drittel der känozoiſchen Periode, die ſogenannte *Alluvialzeit* oder *geologiſche Gegenwart*, in welcher ſich die Landesmaſſen der Erde zu demjenigen Umfange und derjenigen Oberflächengeſtaltung entwickelten, wie ſie der Menſch gegenwärtig beobachtet.

§. 392. Während nun in der eben angedeuteten Weise das Land und Wasser der Erdoberfläche sich während der känozoischen Periode so entfaltete und sein Gebiet so abmarkte, wie es gegenwärtig sich zeigt, änderten sich in dieser Periode auch die klimatischen Verhältnisse und in Folge davon auch die Organismen allmählich so um, daß zuletzt die Temperaturzonen und mit ihnen die Thier- und Pflanzenarten der Gegenwart zum Vorscheine kamen, wie im nächsten Paragraph näher gezeigt werden wird.

Die **Ablagerungsmassen** nun, welche sich während der känozoischen Periode in den Becken der verschiedenen Gewässer entwickelten, erhielten ihr Bildungsmaterial zunächst von den sie umgebenden Landesmassen, sodann aber auch durch die Flüsse, welche in sie einmündeten. Es mußten demgemäß in einer und derselben Zeit in den oft weit von einander entfernt liegenden Wasserbecken je nach der petrographischen Beschaffenheit sowohl ihrer nächsten Umgebung wie auch derjenigen Landesgebiete, aus denen die Flüsse ihnen Schutt zuführten, sehr verschiedenartige Ablagerungen entstehen. In allem dem liegt nun der Grund, warum auch schon die in der ersten Zeit der känozoischen Periode in einem und demselben Zeitraume, aber in verschiedenen Landesräumen entstandenen Erdrindebildungen ihrer Mächtigkeit und petrographischen Art nach so verschieden sind, daß man aus ihnen allein noch weit weniger als in den Kreideformationen die Gleichalterigkeit und Parallelität der Ablagerungen verschiedener Räume erkennen kann. Die verschiedenen Ablagerungen der einzelnen gleichalterigen Tertiärformationen zeigen dieses zur Genüge. — Nur die in den großen känozoischen Meeresbecken sich bildenden Ablagerungen machen hiervon noch häufig eine Ausnahme, indem die verschiedenartigen, ihnen von den Strömen des Landes zugeflutheten Schuttmassen theils durch die Wellen theils durch die Strömungen des Meeres durch einander gemischt und über weite Flächen des Meer-Grundes ausgebreitet wurden, so daß auch oft entfernt von einander liegende Meeresbecken ein und dieselben Ablagerungsmassen erhielten.

Im Allgemeinen nun bestehen die Hauptablagerungsmassen in der känozoischen Periode:

1) aus Conglomeraten, welche vorherrschend ein kalkiges, kalkigthoniges oder mergeliges, seltner ein ockeriges, gewöhnlich mürbes Bindemittel und in demselben große und kleine, in der Regel ganz abgerundete oder abgeschliffene, Trümmer von den verschiedenartigsten krystallinischen und klastischen Felsarten, bisweilen aber auch von Knochen und anderen Körperresten verschiedener Wirbelthierarten besitzen. Die Nagelfluh und Knochenbreccie sind Repräsentanten dieser, vorzüglich am Strande der känozoischen Meere entstandenen und hie und da (z. B. am Mittelmeere) noch jetzt entstehenden Conglomerate;
2) aus Sandsteinen, welche in der Regel weich, feinkörnig, bisweilen auch noch glaukonitisch und dann grünlich oder eisenschüssig und dann meist ockergelb sind und ein theils mergeliges, theils thoniges, theils auch ockeriges Bindemittel haben. Zu ihnen gehören z. B. die Molasse, die jungen Meeressandsteine, aber auch die noch gegenwärtig sich bildenden Ortsteine;

§. 392. 3) aus loſen Felstrümmern, Geröllen und Sandanhäufungen beſtehenden Ablagerungen, wie ſie ſchon in dem §. 250 S. 640 und §. 252 S. 647 u. ff. beſchrieben worden ſind und noch gegenwärtig durch die Gletſcher, Lawinen und Flüſſe entſtehen oder von den Wogen des Meeres ausgeworfen und dann, wenn ſie aus feinkörnigem Sande beſtehen, von den Luftſtrömungen am Strande des Meeres zu Dünen aufgehäuft oder über weite Landesſtrecken ausgebreitet werden. — In den ehemaligen Binnenſeen und Brackwaſſerbecken, welche gegenwärtig mit Braunkohlen- oder auch Torfgebilden ausgefüllt ſind, erſcheinen ſie häufig mit feinzertheilten Kohlen- und Humustheilen untermiſcht, theils als unterſte Lage, theils als Zwiſchenſchichten und nicht ſelten auch als Decke. Mit ihnen im Verbande ſtehen namentlich in ehemaligen Süßwaſſer- und Brackwaſſerbecken

4) Thon, Lehm, Löß, Mergel und alle Erdbodenarten, in den verſchiedenſten Abarten, wie ſie ſchon im §. 257 S. 656 u. ff., §. 259 S. 656 und §. 260 S. 657 der Petrographie beſchrieben worden ſind;

5) aus Kalkſteinen, welche theils aus zermalmten Conchylien-, Foraminiferen- und Korallenreſten oder geradezu aus zuſammengekitteten Foraminiferengehäuſen, theils aus erhärtetem und dann oft mit Sand untermengtem Kalkſchlamm, theils aus Abſcheidungen von Kalklöſungen entſtanden ſind und im erſten Falle ſcheinbar kryptokryſtalliniſch oder erdig, im zweiten Falle dicht, im letzten Falle aber entweder kryſtalliniſch- oder ſandigkörnig und dabei in der Regel porös, zellig, röhrig oder auch lückig erſcheinen (— wie man an dem ſchon im §. 145 S. 444 beſchriebenen Kalktuffe oder Travertin bemerken kann —). Die erdigdichten Kalkſteine und Kalktuffe bilden ſich noch gegenwärtig in allen Waſſerbecken, welche von Quellen, Bächen und Flüſſen geſpeiſt werden, welche aus Kalkbergen hervortreten und gelöſten Kalk enthalten;

6) aus reinen und ſandigthonigen Brauneiſenerzen, welche ſchon im §. 68 S. 219 bis §. 71 der Petrographie nach Eigenſchaften, Abarten, Bildungsweiſen und Ablagerungsorten ausführlich beſchrieben worden ſind, namentlich im Gebiete des Diluviums und Alluviums weite Strecken Landes mit 1 — 5 Fuß mächtigen Ablagerungen durchziehen und ſich in der Gegenwart noch fort entwickeln;

7) aus Eis und Schnee, wie ſchon in den §§. 72 bis 78 der Abtheilung A. hinlänglich gezeigt worden iſt;

8) aus Braunkohlen- und Torfablagerungen, von denen die erſteren namentlich in den Formationen des Tertiärgebirges vorkommen (vgl. §. 269 der Petrographie), die Torfmaſſen aber ihren Hauptſitz im Diluvium und Alluvium haben und ſchon in den §§. 60 bis 67 der Petrographie nach Entſtehung, Arten, Eigenſchaften und Ablagerungsorten ausführlich beſchrieben worden ſind.

Außer dieſen allgemein verbreiteten Bildungsmaſſen der känozoiſchen Periode kommen nun auch noch hie und da vorzüglich in den marinen Formationen dieſer Periode Gyps- und Steinſalzablagerungen

vor (— z. B. in der Miocänformation der Karpathen namentlich bei Wieliczka —); ja die Steinsalzbildungen dauern in der Gegenwart noch fort, wie man an den Steppenseen Sibiriens (— z. B. am Kaspi- und Aralsee —) bemerken kann. Endlich darf unter den Bildungssubstanzen der känozoischen Periode doch auch nicht der Tiefseeschlamm, welcher schon im §. 56 S. 182 näher beschrieben worden ist, außer Acht gelassen werden; denn er ist es, welcher mit seinen Foraminiferen und Oscillatorien schon in den früheren Perioden, und namentlich in der Kreidezeit, zur Erzeugung mächtiger Kalkablagerungen viel beigetragen hat und höchst wahrscheinlich das Mittel ist, durch welches noch in der Gegenwart in den Tiefen des offenen Oceanes die Bildung der mesozoischen und namentlich der Kreideformation fortgesetzt wird.

Soviel über die Bildungsmassen der känozoischen Formationen. Wie aus dem eben Mitgetheilten hervorgeht, so sind die einen feste, schon fertig gebildete, Felsarten, so die Conglomerate, Sandsteine, Thonsteine und Kalksteine, die anderen weiche, lockere oder lose, noch in der Entwickelung begriffene und erst in einer fernen Zukunft noch fest werdende, Erdrindemassen, so die Sande, Blöcke, Gerölle und Erdbodenablagerungen. Zu den ersteren, aus denen hauptsächlich die Formationen der älteren känozoischen Zeit bestehen, gesellen sich dann auch noch die Braunkohlenflötze, zu den zweiten aber, aus denen vorzüglich die jüngeren und jüngsten Erdrindebildungen bestehen, gehören noch die Torf-, Guano- und Humusablagerungen, außerdem aber auch noch die Ablagerungen des ewigen Schnees und Eises. Scharf indessen läßt sich dieser Unterschied nicht durchführen; denn einerseits kommen in den älteren känozoischen Formationen auch lose Ablagerungen von Sand und Thon vor und andererseits sind in den jüngeren und jüngsten Bildungen dieser Periode auch feste Conglomerate (Knochenbreccien), Sandsteine (jüngste Meeressandsteine) und Kalksteine (Kalktuffe) vorhanden. — Bezeichnend indessen für die känozoischen Formationen sind die polygenen Conglomerate mit kalkigem, mergeligem oder auch lehmigem Bindemittel und ganz abgerundeten Geröllen und Säugethierknochen, die weichen feinkörnigen Sandsteine, die dunkelbleigrauen, mit, in Kalilauge löslichen, Humuslamellen durchzogenen, Sand- und Thonablagerungen, die sandigkörnigen Kalksteine und porösen Mergel. Am meisten indessen werden alle die hierhergehörigen Ablagerungsmassen bezeichnet durch die in ihnen vorkommenden Organismenreste.

Die Organismenwelt der känozoischen Periode. — Durch das §. 393.
allmähliche Dickerwerden der Erdrinde, durch die Vergrößerung der ursprünglich kleinen Landesinseln in immer umfangreicher werdende Continente und die hierdurch herbeigeführte Verkleinerung, aber zugleich auch Tieferwerdung und Zertheilung des Oceans, sowie durch die fortwährende Ausstrahlung der dem Erdinnern entströmenden Wärme in die Atmosphäre war schon während der mesozoischen Periode die Erde in ein Stadium gekommen, in welchem das Innere derselben die Erdoberfläche nicht mehr überall in gleichem Maaße und in gleicher Stärke erwärmen konnte. Die Folge von allem diesem war, daß die Erwärmung der Erdoberfläche von nun an mehr und mehr abhängig wurde von der Wärmestrahlung der

§. 393. Sonne und daß in weiterer Folge hiervon das ehedem überall auf der Erde gleiche Klima ungleich wurde auf den verſchiedenen Landesgebieten der Erdoberfläche, daß mit anderen Worten diejenige zonenweiſe Vertheilung der Temperatur allmählich auf der letzteren eintrat, welche noch in der Gegenwart die Oberfläche des Erdkörpers beherrſcht. Dieſe zonen- und auch regionenweiſe Temperatur-Vertheilung trat indeſſen theilweiſe ſchon während der Jurazeit ein, bildete ſich weiter in der Kreidezeit aus, ſo daß man in dieſer letzteren ihren Organismenreſten nach ſchon ein tropiſches oder ſüdliches und ein gemäßigtes oder nördliches Klima unterſcheiden konnte, entwickelte ſich dann noch weiter in der Tertiärzeit, in welcher man ſchon, namentlich der in dieſer Zeit lebenden Pflanzenwelt nach, ein äquatoriales, tropiſches und gemäßigtes Klima unterſcheiden konnte, und gelangte dann endlich in der Diluvial- und Alluvialzeit nach und nach in dasjenige Stadium, in welchem es ſich in der Gegenwart noch in den verſchiedenen Zonen und Regionen der Erdoberfläche offenbart. — Während ſich ſo eine allgemein verbreitete Zonenvertheilung der Temperatur auf der Erdoberfläche entwickelte, traten auch ſchon mit dem Beginne der känozoiſchen Periode örtliche Abänderungen in dem Klima der einzelnen Temperaturzonen ein, ſo daß ſich Inſel- und Continentalklima und bei dem letzteren auch weiter Strand- und Binnenlands-, Flachlands- und Gebirgsklima in ähnlicher Weiſe wie noch in der Gegenwart, bemerklich machten. Indem ſich nun aber in der eben angedeuteten Weiſe die klimatiſchen Verhältniſſe, und vorzüglich die Temperaturzonen und Regionen, nach und nach ſo entwickelten, wie ſie noch gegenwärtig auf der Erdoberfläche herrſchen, mußte es auch geſchehen, daß in einem und demſelben Landesgebiete zuerſt ein tropiſches, dann ſpäter ein ſubtropiſches und endlich noch ſpäter ein temperirtes Klima zum Vorſcheine kam.

Nun iſt bekanntlich die Entwickelung, Fortbildung und Verbreitung des Pflanzen- und Thierreiches nicht nur von dem Grunde und Boden, ſondern auch von den klimatiſchen Verhältniſſen eines Landesgebietes abhängig; es mußte ſich alſo demgemäß mit der Veränderung einerſeits der Landes- und Meeresmaſſen und andererſeits der klimatiſchen Verhältniſſe der einzelnen Landesgebiete auch die in den einzelnen Ländern und Meeren lebende Pflanzen- und Thierwelt ändern, ſei es daß die vorhandene Organismenwelt ganz zu Grunde ging und eine neue, für die veränderten Lebensverhältniſſe geeignete, ſich entwickelte, ſei es daß vorhandene Organismen in ihrem Körper ſoviel organiſatoriſche Entwickelungskraft beſaßen, daß ſie die Organe und Glieder ihres Körpers allmählich ſo umwandeln konnten, wie es für die Erhaltung ihres Lebens bei den veränderten äußeren Lebensverhältniſſen nothwendig war.

Bemerkung: Daß Thiere bei Veränderung ihrer Lebensverhältniſſe wirklich innere und äußere Organe ihres Körpers den neuen Lebensverhältniſſen gemäß umändern können, beweiſen unter anderen die beiden Lungenſchnecken Limnaeus stagnalis u. Limnaeus abyssicola, welche, wenn ſie von ihrem gewöhnlichen ſeichten Wohnſitze in dem Genferſee in die Tiefen dieſes Sees wandern, nach J. A. Forel's Beobachtungen ihre luftathmenden Lungenhöhlen in waſſerathmende Kiemenhöhlen umwandeln, beweiſt ferner auch der mexikaniſche Kiemen-

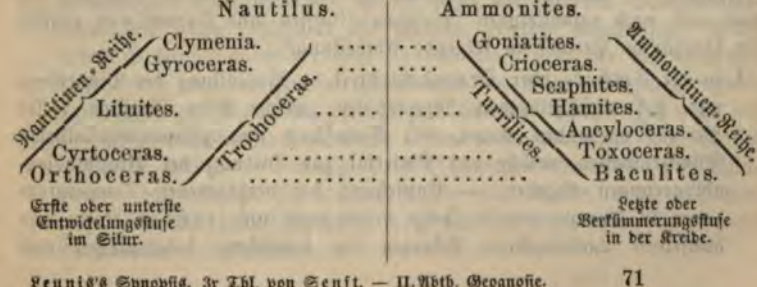
molch, welcher ſich in Paris in einen lungenathmenden Landmolch umgewandelt hat. (Vgl. hierzu Moritz Wagner: „Der Naturproceß der Artbildung“ im „Ausland.“ 1875. Nr. 25 u. 26). §. 393.

Am augenfälligſten tritt dieſe Abhängigkeit des Beſtehens von den klimatiſchen Verhältniſſen bei der an die Bodenſcholle gefeſſelten Pflanzenwelt hervor. Sie, die am Schluſſe der Kreideformation in den Landesgebieten Europas noch tropiſche Cycadeen und Coniferen producirte, zeigte ſchon in denſelben Gebieten, in welchen eine Periode früher noch eine tropiſche Flora herrſchte, während der Entwickelungszeit der Tertiärformationen zuerſt noch tropiſche, dann ſpäter ſubtropiſche und noch ſpäter temperirtzoniſche Gewächſe, deren Geſchlechter noch gegenwärtig, aber in verſchiedenen Zonengebieten der Erdoberfläche fortdauern, wie bei der Beſchreibung der Tertiärformationen noch näher gezeigt werden wird.

Indeſſen auch in der Welt der Thiere machte ſich dieſe Abhängigkeit der Exiſtenz von der Veränderung ihrer Umgebung und vorherrſchend der klimatiſchen Verhältniſſe bemerklich und trat ſchon ſehr bedeutend in der letzten Hälfte des meſozoiſchen Zeitalters hervor. Die herrliche und ſo außerordentlich artenreiche Familie der Cephalopoden, welche ſchon in der Silurzeit ihre erſten Geſchlechter und Arten zeigte und von da aus durch alle Formationen der paläozoiſchen und meſozoiſchen Periode ſich fortentwickelte, ging in der Kreidezeit faſt ganz zu Grunde, ſo daß von allen ihren Geſchlechtern nur noch die Nautilus-, Sepia- und Loligo-Arten in der känozoiſchen Periode fortdauerten. Dieſe merkwürdigen Geſchöpfe hatten den verſchiedenſten Lebensverhältniſſen in den einzelnen Formationenzeiten widerſtanden, ſie hatten von den Orthoceratiten an ihre Körpertheile immer den geänderten Lebensverhältniſſen gemäß umgeändert, ſie hatten namentlich ihre Gehäuſe bald geſtreckt, bald gewunden, bis am Ende ihre Lebenskraft oder die umwandelbare Materie ihres Organismus ſo geſchwächt war, daß ſie bei den, am Schluſſe der Kreideperiode herrſchenden Lebensverhältniſſen nicht mehr exiſtiren konnten.

Der Schöpfungskreis der Ammoniten begann mit den einfacher konſtruirten Nautilinen, erreichte ſeinen Gipfelpunkt in den eigentlichen Ammoneen und ging nun abwärts bis zu Baculiten ſeinem Ende zu, ſo daß ſich folgende Art Entwickelungs-Stufenleiter dieſer Thiere darſtellen läßt:

Höchſte Entwickelung:
im Jura und in der unteren Kreide:



Von allen dieſen, in der Jura- und auch noch in der erſten Kreidezeit, ſo mannichfaltigen und zahlreichen Cephalopoden-Arten dauerte nur, wie ſchon geſagt, aus der Nautilinenreihe die Gattung Nautilus noch in der känozoiſchen Zeit fort. Zu ihr geſellte ſich die Sepien-Familie der Belemniten, welche erſt in der meſozoiſchen Zeit zum Vorſcheine kam, aber am Ende derſelben ſich in die Gattung der eigentlichen Sepien umwandelte, welche noch bis in die Gegenwart fortdauert. In ähnlicher Weiſe erging es der mächtigen und artenreichen Familie der Brachiopoden. Auch ſie durchlebte in mannichfachem Wechſel ihrer Körperformen und Arten die paläozoiſchen und meſozoiſchen Perioden, um am Ende der Kreidezeit bis auf wenige Arten der Gattung Terebratula (Ter. vitrea und Ter. (oder Anomia) truncata) zu Grunde zu gehen. Ebenſo erreichten die noch in der Kreidezeit ſo maſſenhaft verbreiteten Arten der Geſchlechter Inoceramus und Exogyra, ſowie die Rudiſten am Schluſſe dieſer Zeit ihr Ende. Ferner iſt auch von den ſchönen Krinoiden der meſozoiſchen Zeit nichts mehr in der känozoiſchen Periode zu finden; dagegen dauern die Echiniten in ihrer Entwickelung noch gegenwärtig fort. Endlich ſind auch beim Beginne der känozoiſchen Periode die abenteuerlichen Batrachier und Meeres-Saurier, ſowie von den Fiſchen die Ganoiden der meſozoiſchen Zeit zu Grunde gegangen. —

Nach allem dieſen ſind alſo alle Formationen der känozoiſchen Periode charakteriſirt durch den Mangel an eigentlichen Krinoiden (— wenn man von der noch jetzt im Mittelmeer lebenden, aber mit ungegliedertem Stiele verſehenen Gattung Comatula und der bei Martinique lebenden Gattung Holopus abſieht —), an Rudiſten, an Brachiopoden, Exogyrus- und Inoceramus-Arten, Ammoniten, Belemniten, Ganoiden und Meeresſauriern des meſozoiſchen Zeitalters.

Dagegen erſcheint die känozoiſche Periode als das Zeitalter, in welchem die in ihm ſich entwickelnden Pflanzen- und Thierarten ihren Körperformen nach den in der Gegenwart noch lebenden Organismen um ſo ähnlicher werden, je mehr ſich ihre Entſtehungszeit der Gegenwart nähert, ſo daß alſo dieſe Periode als die Schöpfungs- und Entwickelungszeit der gegenwärtigen Organismenwelt zu betrachten iſt.

§. 394. **Abtheilung der känozoiſchen Periode in einzelne Formationen-Zeitalter.** — Theils nach ihren Ablagerungsmaſſen, theils nach den ſich nach und nach entwickelnden Lebensverhältniſſen und Organismen zerfällt die känozoiſche Periode in folgende Abtheilungen:

I. in die **Tertiär-** oder **Braunkohlenzeit.** — Ausfüllung der Binnenſeen und tief einſchneidenden Meeresbuſen, welche beim Beginne dieſer Periode vorhanden waren, mit Steinſchutt und zuſammengeflutheten Pflanzenmaſſen, welche das Material zur Bildung der Braunkohlenablagerungen abgaben. — Entſtehung der verſchiedenen Temperaturzonen in Europa und in Folge deſſen nach und nach in einem und demſelben Landesgebiete Pflanzen der tropiſchen, ſubtropiſchen und

temperirten Zone. — Die Cycadeen verſchwinden aus Europa; es §. 394.
treten hervor mit großer Mannichfaltigkeit die Laubhölzer mit verwachſen- und mehrblättrigen (gamo- und dialypetalen) Blumen und angioſpermen Früchten. — Aus der Thierwelt machen ſich namentlich — neben zahlreichen Conchylien aus den Ordnungen der Conchiferen und Gaſteropoden — tropiſche Säugethiere aus den Ordnungen der Dickhäuter, Zweihufer, Beutelthiere, Nagethiere, Hyänen, Hunde und Hautflügler bemerklich. — In der zweiten Hälfte dieſes Zeitraumes erfolgen weitausgedehnte, heftige Erderſchütterungen, Eruptionen von baſaltiſchen und trachytiſchen Geſteinen und weiter einerſeits die Hebung der Pyrenäen, Alpen, Karpathen, des Kaukaſus, Himalaya und der Cordilleren, — kurz die Erhebung faſt aller Hochgebirge der Gegenwart, andererſeits aber auch die Wiederverſenkung großer Landesgebiete in das Bett des Oceanes, ſo in Europa namentlich das ganze engliſch-norddeutſche Tiefland und in Amerika das ganze gegenwärtige Miſſiſippigebiet. — Am Schluſſe der tertiären Zeit tritt eine großartige und weit ausgedehnte Vergletſcherung der Hochgebirge ein, welche ſich weit und breit in die Thalgebiete eindrängt und mächtig verändernd namentlich in Europa auf Land, Klima und Organismenwelt einwirkt.

II. in die Quartär- oder Torf- und Humuszeit. — Die am Ende der Tertiärzeit entſtandenen Gletſcher ſenden ihre Eisſchollen und Eisinſeln mit Stein- und Erdſchutt und Erdboden beladen weit weg über Land und Meer bis ſie in Gegenden kommen, wo das Meer flach und das Klima warm iſt, ſie in Folge davon ſtranden, ſchmelzen und ihren ſämmtlichen Landſchutt abſetzen. Sowohl durch dieſen, Jahrtauſende hindurch abgeſetzten Schutt, wie auch durch die fortwährenden Sand- und Schlammanfluthungen der Meereswogen ſelbſt und der vom Gebirgslande aus in das Meer einmündenden Flüſſe werden die am Schluſſe des vorigen Zeitraumes in das Meer eingeſunkenen Landesgebiete von ihrem Innenſtrande aus ſo erhöht, daß ſie allmählich immer weiter aus dem Meere hervortreten und das letztere zuletzt in ſeine jetzigen Grenzen zurücktritt. Dieſes iſt z. B. der Fall beim engliſch-norddeutſchen Tieflande. Zugleich aber beginnen die gewaltigen Gletſchermaſſen zu ſchmelzen und verurſachen hierdurch ſo große Waſſerfluthungen, daß alles Land ihrer Umgebung in einen großen See umgewandelt wird und das Waſſer ſelbſt die niederen Gebirge überfluthet und alle Schluchten und Höhlen derſelben durchdringt. Alles dieſes iſt hauptſächlich der Fall in der Umgebung der vergletſcherten Hochgebirge und der zwiſchen ihnen und den Mittelgebirgen gelegenen Landesgebiete. Was von den damals lebenden Thieren ſich nicht auf die felſigen Höhen der Gebirge retten und überhaupt dem Waſſer entfliehen konnte, — wie z. B. die plumpen Hufthiere und Dickhäuter, das ging zu Grunde und wurde vom Waſſer theils in Höhlen und Schluchten gefluthet, theils in ſeinem ſich abſetzenden Sand- und Erdſchlamme vergraben.

§. 394. All der Steinschutt (— Blöcke, Gerölle und Sand —) und all die Erdbodenmassen (— Löß, Lehm, Thon und erdiger Mergel —), welche sowohl die Gletscher wie auch die Wasserfluthen bei ihrem Schmelzen, Verdunsten oder Abzuge absetzten, und welche gegenwärtig in Localitäten oft mit gewaltiger Ausdehnung und Mächtigkeit lagern, in welchen gar keine Gewässer mehr vorhanden sind oder in welche keine Wasserfluthen unter den gewöhnlichen Verhältnissen mehr gelangen können, sind in dieser ersten Hälfte der quartären Zeit entstanden und bilden zusammen das **Diluvium**. Sie bilden zugleich auch die Grabstätten der meisten Thiere, welche aus der Tertiärzeit in die Quartärzeit gelangt oder erst in dieser letzteren entstanden sind. Und nach den in diesen diluvialen Grabstätten — mögen sie nun aus Eis oder aus Sand, Lehm und Thon bestehen und in den Buchten und Busen der Gebirge oder in den Höhlen sich befinden — gefundenen Thierresten herrschte in der Diluvialzeit auch in Europa noch ein großartiges Thierreich, in welchem sich die meisten Ordnungen der Säugethiere, vor allen aber riesenmäßige Elephanten oder Mammuths, Nashorne, Flußpferde, Urochsen, Riesenhirsche, Riesenelchs, Rennthiere, Höhlenbären, Hyänen, Höhlenlöwen u. s. w., vertreten zeigten, — ein Thierreich, welches merkwürdiger Weise in den Landgebieten Europas allein schon Thierarten der verschiedensten Zonen, der kalten wie der heißen, in sich vereinigte.

Als nun beim Beginne der zweiten Hälfte des Diluviums sich die Gletscher auf ihre jetzigen Hochgebirgslagerorte zurückzogen und die Wasserfluthen sich verliefen, so daß nur noch in den tieferen Thälern und Landesbecken stagnirende Wasser zurückblieben, da entstanden große Torfmoore, aber auch mächtige Süßwasserkalkablagerungen, welche zum Theile noch jetzt sich fortentwickeln; außerdem aber erhielten die Erdtheile schon jetzt die Landesmassen, welche sie im Allgemeinen noch gegenwärtig zeigen. — Aber von den gewaltigen Riesenthieren der ersten Diluvialzeit sind jetzt nur noch Riesenhirsche oder Riesenelche, Rennthiere, Urochsen, Bären, Wölfe, große Katzen u. s. w. im mittleren Europa zu bemerken, die Elephanten, Nashorne, Flußpferde, Panther u. s. w. dagegen sind jetzt schon in diejenigen Länder der Erde ausgewandert, in denen sie gegenwärtig existiren; ja auch die Rennthiere, Elche und Urochsen beginnen jetzt schon in ihre gegenwärtige nordische Heimath auszuwandern, so daß man sagen darf: In der zweiten Hälfte der Diluvialzeit ordneten sich die Temperaturzonen und Lebensverhältnisse auf Erden so, wie sie in der Gegenwart noch fortbestehen. Und in dieser Zeit des Diluviums trat allem Anscheine nach auch das vollkommenst entwickelte Geschöpf der Erde, der Mensch, auf.

Mit der Entstehung der jetzigen Ordnung der Dinge beginnt nun endlich auch die Alluvialzeit, das Alluvium oder die Gegenwart der Erde. Alles, was die Gletscher, die Quellen, Flüsse und Meere,

der Verwitterungsproceß, der Vulcanismus und die mannichfachen Erderschütterungen, ja auch die Pflanzen, Thiere und Menschen noch gegenwärtig an der Erde verändern; die Zertrümmerungen der Gebirge in Steinschutt, die Umwandlung der Gesteine in Erdboden, die Aschenauswürfe und Laven der Vulcane, die Vertheilung der Steinschutt- und Erdbodenmassen durch die Gewässer, die Dünen- und Wüstensandbildungen, die Vermoorung der Binnenseen, die Torfbildungen der Gebirge und Tiefländer, die Guanoablagerungen, die Tiefseeschlammbildungen auf dem Grunde der Meere — alle diese Landveränderungen und Landbildungen sind Schöpfungen der Alluvialzeit. Und ebenso gehören alle Pflanzen und Thiere, welche gegenwärtig noch auf der Erde leben, dem Alluvium an.

1. Die Tertiärformationen.

Die Ablagerungsorte und Hauptbildungsmassen derselben. — §. 395. Wie schon in §. 392 angegeben worden ist, so befand sich nach der Hebung der Senonformation zunächst in den Thälern und Beckenebenen innerhalb der, über dem Meeresspiegel hervorragenden, Ländergebiete eine große Schaar größerer und kleinerer, tieferer und flacherer, theils mit zurückgebliebenem Meereswasser, theils mit Süßwasser gefüllter, Binnenseen, welche zum Theile durch Canäle noch mit dem Meere in Verbindung standen und in diesem Falle durch eindringendes Meerwasser brackisch gemacht wurden. Außerdem zeigten sich am Rande der damals bestehenden Landesmassen auch zahlreiche, oft tief ins Land einschneidende Meeresbusen und Haffs, von denen mehrere das Süßwasser der in sie einmündenden Landesgewässer in sich aufnahmen und dadurch zu Brackwasserbecken wurden, während andere noch während der Tertiärzeit wieder in den Schoß des Meeres zurücksanken und später abermals über den Meeresspiegel emporgehoben wurden.

In Europa ragten beim Beginne der Tertiärformationen über dem Meeresspiegel hervor zunächst England im Verbande mit Frankreich und Deutschland, so daß zwischen diesen drei Landesgebieten kein Meerestheil, — also auch nicht die gegenwärtige Nordsee, welche wahrscheinlich erst gegen das Ende der Tertiärzeit durch Einsinkung von Landesmassen entstanden ist —, oder nur ein tiefeinschneidender Meeresbusen vorhanden war; sodann von Deutschland das ganze mittlere Gebirgs- und Bergland südwärts bis zum Donauthale und das norddeutsche Tiefland mit Einschluß der jütischen Halbinsel und der heutigen dänischen Inseln, außerdem einige Alpeninseln; endlich von Frankreich der größere Theil des nördlichen Landgebietes bis zum Thalgebiete der Garonne. Innerhalb dieser Ländercomplexe befanden sich nun noch zahlreiche Wasserbecken. In dieser Weise zeigte sich im südöstlichen England ein Binnensee, welcher von der Themse durchflossen wurde und gegenwärtig das Themse- oder Londonbecken bildet. In Frankreich ferner breitete sich rings von Kreidegebilden umschlossen ein von der Loire und Seine gespeister Binnensee aus, welcher gegenwärtig

§. 395. das Tertiärbecken von Paris darſtellt. In Deutſchland endlich gab es eine große Zahl ſolcher größerer und kleinerer Binnenſeen, welche ſich alle nach und nach mit Tertiärſchutt füllten. So breitete ſich zwiſchen Vogeſen, rheiniſchem Schiefergebirge, Vogelsgebirge, Speſſart, Odenwald und Schwarzwald ein langes Seebecken aus, welches vom Rhein und Main geſpeiſt wurde, ſich ſpäter durch das rheiniſche Schiefergebirge einen Abzugscanal ausnagte und ſeinen Schutt zum Theil in dem Bonn-Düſſeldorfer See abſetzte, ſo daß gegenwärtig ſich an ſeiner Stelle das Mainzer Tertiärbecken und die Bonner Braunkohlenbucht ausdehnt; weiterhin befand ſich zwiſchen dem rheiniſchen Schiefergebirge und dem triaſiſchen Berglande Heſſens, Thüringens und Frankens ein von der Fulda und ihren Nebenflüſſen durchzogenes Seebecken, in welchem ſich das Braunkohlengebiet der Fulda, Eder und Felde anſammelte; endlich breiteten ſich am nördlichen Fuße der mitteldeutſchen Gebirgszüge im gegenwärtigen Tieflande eine große Reihe von Seen aus, welche die Waſſer der Aller (d. i. der ehemaligen Elbe), Saale, Oder, Weichſel ſammt ihrem Schutte in ſich anſammelten, aber gegenwärtig unter dem Diluvialſchutte vergraben liegen.

Während ſo der größte Theil Frankreichs und Deutſchlands beim Beginne der känozoiſchen Periode aus dem Meeresſpiegel hervorragte, breitete ſich im jetzigen Garonnethal, Rhonethal und Donauthal ein mächtiger Ocean aus, welcher mit Ausſchluß einiger Urſchiefer-, Trias- und Jurainſeln das ganze Landesgebiet, in welchem ſich gegenwärtig das Alpenland, der größte Theil Italiens, Ungarns und der griechiſch-türkiſchen Halbinſel ausbreitet, bedeckte und überhaupt den ganzen Raum des ſüdlichen Europas und des nördlichen Afrikas ausfüllte und ſich von hier aus quer durch Aſien bis an das Geſtade des großen Oceans erſtreckte, — ein Meeresgebiet, aus welchem ſich gegenwärtig die längſten, maſſigſten und höchſten Gebirge der alten Welt, ſo die Pyrenäen, die Alpen, die Karpathen, der Kaukaſus und Himalaya, — lauter von Weſten nach Oſten ſtreichende und während der Tertiärzeit in die Höhe getriebene Hochgebirgszüge —, aber auch in Amerika die Cordilleren erheben.

Die eben angedeuteten Seen und Meeresräume, welche am Schluſſe der Kreideperiode auf und zwiſchen den Landesgebieten der Erde vorhanden waren, bildeten die Ablagerungsgebiete der in der gegenwärtigen Periode entſtehenden Tertiärformationen. Die in dieſen Ablagerungsräumen ſich nach und nach bildenden Sedimente ſind nun, wie ſchon im §. 392 gezeigt worden iſt, vorherrſchend **Conglomerate, Sandſteine, loſe Sandmaſſen, Thone, Mergel** und **Kalkſteine**.

1) Unter den Conglomeraten tritt hauptſächlich die ſchon im §. 240 S. 615 der Geſteinskunde beſchriebene Nagelfluh oder Nagelflue hervor, welche in einem ſandigkalkigen Bindemittel große und kleine, meiſt ganz abgerundete Gerölle vorherrſchend von Kalk- und Sandſteinen aus verſchiedenen, namentlich aber jüngeren Formationen, außerdem aber auch Granit-, Gneiß-, Hornſtein-, Quarz-, Porphyr- und

Serpentingerölle enthält. Dieses eigenthümliche Conglomerat bildet §. 395.
im Verbande mit dem mergeligen Molassensandsteine die bis 5000 Fuß mächtigen Hauptmassen des mittleren Oligocän (oder die Tongerische Stufe K. Mayer's) in den nördlichen Voralpen namentlich der Schweiz vom Genfer- bis zum Bodensee, tritt aber auch in den deutschen Voralpen vom Allgau an bis nach Salzburg hin an verschiedenen Orten mächtig entwickelt auf. — Außer diesem Conglomerate treten in den Tertiärgebieten hie und da auch noch kieselige Conglomerate auf, welche in einem thonigsandigen Bindemittel grobe Quarzgerölle enthalten; ja bisweilen erscheinen selbst die losen Sandablagerungen dadurch conglomeratisch, daß sie zahlreiche Gerölle, namentlich von weißem Quarz, umschließen. — Endlich ist auch hier noch das dem Pliocän angehörige blaue Goldconglomerat Californiens zu erwähnen. Dieses eigenthümliche Conglomerat, welches 2 bis 6 Meter mächtig in einem ehemaligen, tiefeingeschnittenen Flußthale am Westfuße der goldreichen Sierra Nevada lagert, ist blaugrau, sehr fest und enthält in einem harten, kieseligen, von Schwefelkies durchdrungenen, Bindemittel neben großen und kleinen Geröllen von Quarz, Thonschiefer, Glimmerschiefer, Grünstein, Serpentin, Kalkstein und anderen an der Sierra Nevada vorkommenden Gesteinsarten zahlreiche erbsen- bis wallnußgroße Gerölle, Körner, Bleche und Blätter von gediegenem Golde.

2) Unter den gewöhnlich feinkörnigen und häufig Glimmerschüppchen haltigen, theils thonigen, theils mergeligen, bisweilen auch kieseligen Sandsteinen des Tertiär machen sich durch die Mächtigkeit ihres Auftretens hauptsächlich bemerklich:

   a. die schon im §. 245 S. 627 der Gesteinslehre beschriebene Molasse, welche namentlich in dem Oligocän der Schweizer Voralpen in, oft 3 bis 4 Fuß mächtigen Bänken auftritt, in Wechsellagerung theils mit der Nagelfluh theils mit bunten, namentlich rothen, sandigen Mergeln vorkommt und häufig Cyrena semistriata, Cerithium plicatum, Ostrea longirostris und andere mitteloligocäne Conchylien umschließt;

   b. der Nummulitensandstein (siehe weiter hinten den Nummulitenkalkstein);

   c. der, durch seine krystalloïdischen Absonderungen und pittoresken Felsbildungen dem Buntsandsteine ähnliche, Sandstein von Fontainebleau (Grès de Fontainebleau) im mittleren Oligocän des Seinebeckens;

   d. der mit Cerithien, namentlich Cerithium pictum, erfüllte Cerithiensandstein, ein kalkiger Sandstein, welcher in der brackischen miocänen Schichtengruppe des Wiener Beckens unter dem Tegel lagert;

   e. der mit Blättern vom Zimmetbaum, Rüster, Ahorn, Wallnußbaum u. s. w. erfüllte Blättersandstein, welcher im Mainzer Becken zum Theil den Cerithiensandstein des Miocän vertritt;

§. 395. f. der mit Conchylien (namentlich Pectunculus pilosus, Panopaea, Conus, Turritella) erfüllte, kalkige Muſchelſandſtein des Schweizer Miocän.

3) Die Sandablagerungen treten in allen Abtheilungen des Tertiär mit bedeutender Mächtigkeit auf und beſtehen vorherrſchend aus Quarzkörnern, enthalten aber nicht ſelten auch Glaukonitkörnchen oder kleine Muſchelfragmente. Sie ſind meiſt weiß; bisweilen aber erſcheinen auch die einzelnen Quarzkörner mit einer Eiſenockerrinde überzogen; und in der Umgebung der Braunkohlenablagerungen haben die Sandkörner ſehr häufig eine Haut von Humus oder ſind auch mit Kohlentheilchen untermengt (ſo der Formſand der norddeutſchen miocänen Braunkohlenformation).

4) Die Thone ſind vorherrſchend dunkel gefärbt, bläulich oder grau, fett und plaſtiſch, oft aber auch mehr oder weniger mit feinem Sand oder auch mit feinen Glimmerſchüppchen untermengt. Unter ihnen machen ſich namentlich bemerklich:

a. der gegen 600 Fuß mächtige, zähe, bläulich-graue oder braune London-Thon voll Mergel-Septarien mit Organismenreſten; in dem Eocän des ſüdlichen Englands;

b. die grauen, ſehr plaſtiſchen Braunkohlenthone im Unteroligocän Norddeutſchlands;

c. die Septarienthone in den mitteloligocänen Schichten des nördlichen Deutſchlands, deren äußerſt zahlreiche, von Kalkſpathadern durchzogene, linſen- oder kugelförmige Mergelnieren (Septarien) oft angefüllt erſcheinen von Foraminiferen und Conchylien (Pecten permistus Beyr., Axinus obtusus Beyr., Tornatella globosa Beyr., Fusus multisulcatus und andere);

d. der Tegel, eine im Miocän und Pliocän des Wiener Beckens bis 300 Fuß mächtige, graue, plaſtiſche Thonablagerung, welche zarte Glimmerſchüppchen, etwas feinen Sand und auch etwas kohlenſauren Kalk enthält. Oft iſt er ſehr reich an Concheria subglobosa und bildet dann den Concherienthon.

5) Der Flyſch, ein bläulich-grauer oder auch grau-ſchwarzer Schiefer, welcher dem Kalkthonſchiefer ähnlich iſt, aus abwechſelnden, oft ſehr dünnen, Schieferlagen von Schieferthon (oder Thonſchiefer) und Kalk beſteht, oft zahlreiche Fucoiden (Chondrites) auf ſeinen Schieferflächen zeigt und bedeutende Ablagerungen im oberen Eocän der Schweiz bildet.

6) Die Mergel, welche theils thon-, theils kalkreich und oft auch ſandig ſind, wenig Conſiſtenz beſitzen, meiſt eine rauchgraue oder grau-bläuliche, ſeltener unrein ockergelbe Farbe haben und gewöhnlich zahlreiche Conchylienreſte (— z. B. im Mainzer Cyrenenmergel Cyrena subarata Br. —) enthalten. Der im engliſchen Pliocän als Coralline Crag oder kurzweg Crag bekannte Kalkmergel, welcher mit einer Mächtigkeit von 30 bis 40 Fuß auftritt, iſt angefüllt mit Bryozoënſtöcken und Molluskenſchalen.

7) Unter den verschiedenen, — bald feinkörnigen bis dichten, bald breccien- §. 395.
artigen, porösen, zelligen, sandigkörnigen oder auch erdigen, theils zähen und schwerzersprengbaren, theils weichen und schneidbaren, — Kalksteinen des Tertiär sind namentlich folgende hervorzuheben:

a. der Nummulitenkalkstein ist feinkörnig oder sandkörnig, am meisten aber dicht, zähe, grau, gelb, braunroth bis schwarzbraun und erscheint häufig als ein wahres Aggregat von dicht zusammengedrängt liegenden linsen-, pfennig- bis thalergroßen, münzenförmigen (— daher Nummuliten —), äußerlich meist glatten, innerlich aber mit gekammerten Spiralwindungen versehenen, Nummuliten (Fig. 397 u. 398). Oft erscheint dieser Kalkstein mit

Fig. 397. Nummulites laevigata D'Orbg.

Größere und kleinere Exemplare des glatten Nummuliten auf einem gespaltenen und abgeschliffenen Stücke von Nummulitenkalk aus den Pyrenäen.

Die kreisrunde, flachlinsenförmige, scharfrückige, bis 1" große Schale mit 14 bis 18 dicht neben einander liegenden spiraligen Umgängen mit zahlreichen, durch schiefe Querwände getrennten Kammern, welche man auf der glatten Oberfläche ohne Spaltung nicht sehen würde.

Fig. 398.
Nummulites scabra.

Sandkörnern gemengt und zeigt dann Uebergänge in den bald grauen oder braunen, bald auch durch Glaukonitkörner grün gefärbten Nummulitensandstein, welcher ein bald kalkiges, bald sandig-thoniges oder auch fast nur aus Sandkörnern bestehendes Bindemittel besitzt, zahlreiche Nummuliten und Orbituliten enthält und namentlich am Nordrande der Alpen, bei Sonthofen und am Kressenberge in Bayern, bei Dornbirn und Fähnern in der Sentisgruppe sich stark entwickelt zeigt. — Bemerkenswerth erscheint es, daß er, wie auch der Kalkstein, Flötze von oolithischem Brauneisenerz umschließt.

Der Nummulitenkalkstein mit seinen Begleitern, dem Nummulitensandsteine, Nummuliten-Thon und Mergel bildet im Eocän des Südens, — der Pyrenäen, Alpen, griechisch-türkischen Gebirge u. s. w. — eine colossale und die sämmtlichen Mittelmeerländer einnehmende Ablagerungszone, welche quer durch Asien bis nach China reicht;

b. der Grobkalk (Calcaire grossier), ein gelblichweißer oder unrein gelber, bald fester, bald zerreiblicher Kalkstein, welcher häufig durch Aufnahme von Quarzkörnern (und auch Glaukonit) so sandigkörnig wird, daß er einem kalkigen Sandsteine ähnlich wird. Er erscheint häufig ganz erfüllt von Nummulites laevigata, von sandkorngroßen Foraminiferen, sogenannten Milioliten, (— daher: Miliolitenkalkstein —) und Cerithium giganteum (— daher:

§. 395. Cerithienkalk —). Er bildet im Eocän des Seinebeckens mächtige Ablagerungen. Mit ihm ist indessen nicht der im Miocän des Mainzer Beckens vorkommende und in Mergel und kalkigen Sand übergehende, gelbliche Cerithienkalkstein, welcher zahlreiche Exemplare namentlich von Cerithium cinctum Goldf. und Cer. Rahtii Braun enthält, zu verwechseln.

c. Zum Grobkalk ist auch zu rechnen der, — ebenfalls im Miocän des Mainzer Beckens mit großer Mächtigkeit auftretende und mit grünlichgrauen Mergeln und Letten wechsellagernde, theils grünliche oder gelbliche, theils auch graulichweiße, bald dick-, bald dünnschichtige, Litorinellenkalk, welcher zahlreiche Exemplare von Litorinella acuta Desh. (Fig. 399) und Mytilus Faujasi Desh. enthält und oft auch ganz mit Congeria (Dreisena) Brardi Brongn. erfüllt ist (— dann auch Congerienkalk genannt —).

Fig. 399. Litorinella acuta.

d. Im Miocän des Wiener Beckens tritt endlich noch in mächtigen Ablagerungen der Leitha- oder Nulliporenkalk auf, ein im frischen Zustande mürber und schneidbarer, ausgetrocknet aber harter und spröder, poröser, hellgefärbter, fast nur aus zertrümmerten Korallen (Nulliporen, Bryozoën, Foraminiferen und Conchylien) bestehender, Kalkstein, welcher oft mit thonigen Schichten wechsellagert.

e. Dem Pliocän endlich gehören die meist dünnplattigen, sandigkörnigen bis dichten Oeninger Kalksteine an, welche oft ganz erfüllt sind von sehr wohl erhaltenen Käfern, Ameisen, Libellen und anderen Insekten und Pflanzenresten, welche zum größeren Theile nordamerikanischen Pflanzengeschlechtern angehören.

8) Nächst den eben angegebenen Gesteinsmassen spielen die Braunkohlen mit ihren verschiedenen Abarten, wie sie schon im §. 269 S. 668 u. ff. der Gesteinskunde näher beschrieben worden sind, eine so große Rolle unter den Ablagerungsmassen der tertiären Formationen, daß sie im §. 397 noch besonders betrachtet werden müssen.

Außer den bis jetzt betrachteten, allgemein verbreiteten, Bildungsmassen der Tertiärformationen kommen nun auch noch mehrere Mineral-Ablagerungen vor, welche nur bestimmten Tertiärgebieten eigenthümlich sind, obwohl sie da, wo sie vorkommen, oft mit bedeutender Mächtigkeit und Ausdehnung auftreten. Zu diesen mehr localen Gliedern des Tertiär gehören namentlich

1) die Steinsalz-Ablagerungen zu beiden Seiten der Karpathen, namentlich bei Wieliczka und Bochnia am Nordabhange dieser Gebirgszüge. Bei dem erstgenannten Orte tritt das Steinsalz theils in mächtigen Stockkörpern, theils in Schichten zwischen Thon, Mergel, Anhydrit und Gyps auf. Die obere Bodendecke wird daselbst von Diluvial-Ablagerungen (Thon und Triebsand) gebildet. Unter ihnen folgt dann Tegel oder grauer Mergel und weiter unter diesem Salzthon mit eingelagerten Grünsalzkörpern nebst Gypsnestern. In der

tieferen Region dieses Thones treten dann Anhydrit- und mächtige Lager von stengelig-faserigem Spizasalz auf, und unter ihnen breiten sich nun die bis 30 Meter mächtigen Lager des reinen, weißen Steinsalzes („Szybikersalz") aus. Die Sohle dieser Lager endlich bildet wieder mergeliger Thon mit Anhydrit (Fig. 400). Sowohl die unteren wie die oberen Thone und Mergel dieses kolossalen Steinsalz- §. 395.

Fig. 400. Durchschnitt der Salzablagerung von Wieliczka.

a. Grauer Mergel. b. Salzthon. c. Sandiger Salzthon. d. Mergel mit Anhydrit. e. Sandsteinschichten. f. Grünsalzkörner. g. Spizasalzlager. h. Szybikersalzlager. i. Diluviale Thon- und Triebsandlager.

gebietes enthalten zahlreiche Fossilien des Wiener Beckens; es gehören demnach diese Salzablagerungen zur pliocänen Formation;

2) die Gypsablagerungen, welche zwar auch im Steinsalzgebiete von Wieliczka nicht fehlen, aber für sich allein oder in Wechsellagerung mit Kalkmergel eine über 60 Fuß mächtige Ablagerungszone in dem unteren Oligocän des Seinebeckens bilden. Am Montmartre bei Paris, welcher ziemlich in der Mitte des Seinebeckens liegt, besteht diese Zone aus einem, fast 20 Meter mächtigen, reinem Gypsstocke, welche in Wechsellagerung mit Kalkmergeln (Sumpfkalk) steht und zahlreiche Knochen von Säugethieren (vom Palaeotherium, Anoplotherium, Xiphodon, Chaeropotamus u. s. w., überhaupt an 50 Arten), Vögeln (10 Arten), Schildkröten, Froschlurchen, Leguanen und Krokodilen umschließt;

3) die Bohnerzablagerungen, welche bei Delsberg, Liesberg, Ballstall, Schaffhausen und anderen Orten im schweizerischen Jura, sowie im südwestlichen Deutschland (z. B. bei Kandern im Breisgau, Tuttlingen und Frohnstätten in Würtemberg) unmittelbar über dem Kalksteine des weißen Juras alle Mulden und Vertiefungen, ja auch Spalten und Höhlen dieses Kalksteines ausfüllen, aus erbsen- bis bohnengroßen, concentrisch schaligen, schmutzig grüngelben bis gelbbraunen, thonhaltigen Brauneisenerzkörnern bestehen und innig mit Thon gemengt eine Mächtigkeit von 30 Metern zeigen. Da man in ihren Ablagerungen zahl-

reiche Knochen nicht blos von den schon genannten Säugethieren des Montmartre-Gypses, sondern auch vom Mastodon, Rhinoceros und Dinotherium findet, so gehören diese Bohnerz-Ablagerungen wohl dem Miocän an und sind wahrscheinlich durch Wasserfluthen in das Jurakalkgebiet geschwemmt worden;

4) die Bernstein-Ablagerungen des Samlandes bei Königsberg, welche eine 3 bis 5 Fuß mächtige Schichte bilden, deren Hauptmasse aus glaukonitischem Sande besteht und von Sanden, Thon und Braunkohlen überlagert sind, wie das beifolgende, aus Runge's Abhandlung im neuen Jahrb. für Miner. 1868, S. 769: „Das Tertiärgebirge des Samlandes" entlehnte Profil (Fig. 401) näher angiebt. Da diese Bernstein-Ablagerungen unteroligocäne Mollusken enthalten, während die über ihnen lagernden Braunkohlenschichten mitteloligocäne Pflanzen besitzen, so müssen sie von älteren submarinen Braunkohlenbäumen abstammen, als die über ihnen lagernden Braunkohlen (im Uebrigen vergl. die Beschreibung des Bernsteins in der Synopsis der Mineralogie, §. 780 S. 893);

Fig. 401.

Profil durch die samländische Bernsteinformation bei Groß-Hubnicken. (Nach Runge.)

Bernsteinführende Glaukonitformation: a (wilde Erde); b (blaue Bernsteinerde); c (grüne Mauer).

Braunkohlenformation: d (weißer Sand); e (Braunkohle); f (gestreifter Sand).

g: Diluvium.

h: Humus. — o' Ostseespiegel.

5) die Basalt-, Phonolith-, Bimsstein- und Trachyttuff-Ablagerungen (vergl. §. 207, §. 208, §. 210 und §. 211 der Gesteinslehre), welche über den Braunkohlen-Ablagerungen vieler Tertiärgebiete, so des Vogelsgebirges, der Rhön, des Habichtswaldes und Meißners und überhaupt da hervortreten, wo Basalte, Phonolithe und Trachyte die Braunkohlenformationen durchbrochen haben.

§. 396. **Eruptionsgesteine.** — Endlich sind hier, wo von den verschiedenen Gesteinsmassen, welche im Gebiete der Tertiärformationen auftreten, die Rede ist, auch noch die Eruptionsgesteine, welche zum Theile schon vor, hauptsächlich aber nach der Ablagerungszeit der oligocänen Braunkohlenbildungen aus dem Erdinnern hervortretend die Tertiärformationen durchbrachen und sie theils mit ihren Schmelzmassen, theils mit ihrem Schutte oft auf weite Strecken hin und mit mehr oder weniger großer Mächtigkeit überschütteten, zu erwähnen. Zu diesen tertiären Eruptionsgesteinen nun gehören die **Basalte, Phonolithe, Trachyte** und **Bimssteine** nebst ihren **Tuffen** und **losen Auswürflingen**. In Europa treten diese Eruptionsmassen in folgenden Zonen auf:

a. in der Mittelmeerzone, welche die zum Theil noch gegenwärtig thätigen, und meistens trachytischen, Vulcane Italiens, Siciliens und

Griechenlands und auch (höchſt wahrſcheinlich) wohl die gegenwärtig ruhenden Vulcane der Auvergne (am Cantal, Mont Dôre, Meſenc und im Vivarais und Velay) umfaßt; §. 396.

b. in der karpathiſch-kaukaſiſchen oder Pontuszone, welche zwiſchen dem 44° und 49° nördlicher Breite liegt und hauptſächlich die, vorherrſchend aus trachytiſchen Geſteinen (Andeſite und Rhyolithe), Obſidianen und Perliten beſtehenden, Vulcanenberge Steyermarks, Ungarns und Siebenbürgens umfaßt (vgl. §. 157, 158, 159 und 175);

c. in der mitteldeutſchen Zone, welche hauptſächlich zwiſchen dem 50° und 51,5° nördlicher Breite lagert, aber auch noch die Nephelindolerite des Katzenbuckels, die Oligoklas-Sanidintrachyte und Phonolithe des Breisgaues und die Nephelinbaſalte und Phonolithe des Hegaus umſchließt.

1) Dieſe Zone beginnt in der Eifel und füllt daſelbſt, namentlich mit ihren Noſeanphonolithen, ihren Trachyt-, Bimsſtein- und Leucittuffen die ganze Umgebung des Laacher Sees und mit ihren Traßmaſſen das Brohlthal aus. Ihre Geſteinsmaſſen, und hauptſächlich ihre Trachyt-, Leucit- und Bimsſteintuffe ſind jünger als die mitteloligocänen Braunkohlenformationen, da ihre Tuffe Pflanzenreſte dieſer letzteren umſchließen und zum Theil ſogar ſcheinbar mit Diluviallöß wechſellagern (— eine Erſcheinung, welche indeſſen dadurch herbeigeführt worden ſein kann, daß ſpätere Waſſerfluthen die ſchon vorhandenen vulcaniſchen Tuffmaſſen (— Traß —) in das Gebiet der Löß-Ablagerungen geſchlämmt haben.

2) Oſtwärts vom Rhein tritt die mitteldeutſche Vulcanenzone zuerſt im Siebengebirge auf. Vor allen machen ſich in dieſer ſchönen Berggruppe Oligoklas-Sanidintrachyt (§. 176) (z. B. am Drachenfels), Quarztrachyt (§. 175) (z. B. in der Roſenau) und Baſalt mit Baſalttuffen bemerklich.

3) Weiter oſtwärts wird das Devon und das Oligocän des Weſterwaldes von zahlreichen Baſalt-, Trachyt- und Phonolithbergen beſetzt.

4) Und weiter oſtwärts tritt dann zwiſchen der Lahn und Fulda aus dem Oligocän des heſſiſchen Buntſandſteingebietes das aus Baſaltterraſſen aufgebaute, 40 Quadratmeilen große, Hochplateau des Vogelsberges auf, von welchem aus mehrere Baſaltgruppen nordwärts, aber immer dem Braunkohlengebiete folgend, über den Keller- und Habichtswald bis zum Sollinger Walde ziehen, wo ſie in der Umgegend von Göttingen ihren nördlichſten Ausbruchspunkt erreichen und dann gleichſam umkehren und das Werrathal entlang ziehend zuerſt am Meißner eine über 100 Meter mächtige Decke über einer Braunkohlen-Ablagerung bilden, deren Kohlen da, wo ſie in unmittelbare Berührung mit dem ſie durchbrechenden Baſalte gekommen ſind, verkoakt und in Stangenkohle

§. 396. umgewandelt erſcheinen (Fig. 402), weiter dann im Triasgebiet des Werrathales an verſchiedenen Punkten (bei Eſchwege, Hörſchel

Fig. 402. Profil des Meißners in der Richtung von Weſt nach Oſt.
bS Buntſandſtein; bM Buntmergel; MK Muſchelkalk; T Braunkohlen; D Baſalt und Dolerit.

unweit Eiſenach, an der Stopfelskuppe bei Förtha, an der Pflaſterkante bei Markſuhl) auftreten, bis ſie zuletzt bei Vacha das Braunkohlengebiet der Rhön erreichen und hier die beiden mächtigen Baſaltaufhäufungen des Oechſen- und Dietrichsberges erzeugen. Von dieſem Punkte aus theilen ſich nun die Baſaltdurchbrüche, indem die einen fortwährend dem Werrathal entlangziehen und vereinzelt an der Stoffelskuppe bei Salzungen, am Dolmar bei Meiningen und weiter noch an den Gleichbergen und der phonolithiſchen Heldburg bei Römhild auftreten, dann aber vom Werrathale aus in das Rodach-, Baunach- und Mainthal überſpringen und ſo ins Gebiet des Fichtelgebirges gelangen, von wo aus ſie nun zunächſt am Kammerbühl ins Egerthal treten und dann von dieſem aus einerſeits in das Gebiet des Erzgebirges und andererſeits in das nordböhmiſche Baſaltgebiet gelangen.

5) Während in der eben angegebenen Weiſe von Vacha an die baſaltiſchen Durchbrüche dem Werrathale folgen, ziehen ebenſolche Durchbrüche auch dem Felda- und Ulſterthal entlang in das Trias- und Braunkohlengebiet der Rhön. Dieſes, öſtlich von dem Vogelsberge zwiſchen der Fulda, Werra und fränkiſchen Saale in der Richtung von Süd nach Nord ſich erhebende Buntſandſteinplateau, welches in den meiſten ſeiner Randbuchten Braunkohlenablagerungen beſitzt, wird vorherrſchend in der Richtung dieſer Buchten, namentlich aber des oberen Fulda-, Ulſter-, Felda- und Streuthales, von zahlreichen, oft mächtig hervortretenden kegel- oder kuppenförmigen Baſalt-, Phonolith- und Trachytbergen bedeckt, ſo von dem baſaltiſchen Beyer, Umpfen und Kreuzberg, von der phonolithiſchen Milzeburg, von der trachytiſchen Pferde- und Waſſerkuppe u. ſ. w., und zeigt außerdem theils zwiſchen, theils über den Braunkohlen-Ablagerungen Lagen von Baſalt-, Phonolith- und Trachyttuff.

6) Wie oben ſchon angedeutet, ſo ziehen von dem, aus baſaltiſchen Wacken beſtehenden, Kammerbühl bei Eger Baſalt-, Phonolith- und Trachytdurchbrüche, ſowie auch Conglomerate und Tuffe, namentlich von Baſalten durch das Braunkohlengebiet des Egerthales über die Karlsbader Gegend in das Braunkohlengebiet des

Tepel-Elbethales und bilden dann zunächst in der Umgegend von Teplitz zu beiden Seiten der Elbe, namentlich mit ihren Phonolithen und Basalten zahlreiche Kuppen und Decken über dem dasigen Oligocänsandstein, weiter aber zwischen der Bila und Elbe die gewaltigen Glockenberge des Milleschauer, Kletschenberg und andere Basaltkuppen. §. 396.

7) Von dem eben erwähnten Basalt-Phonolithgebiete des böhmischen Mittelgebirges breiten sich nun die Phonolithe (z. B. an der Lausche), Nephelindolerite (z. B. bei Löbau) und Basalte zunächst im Braunkohlengebiete der Lausitzer Berglande zu beiden Seiten der Lausitzer Neiße (Umgegend von Friedland) aus, dann aber ziehen sie ostwärts über das Riesengebirge, wo sie in der 3837 Fuß hohen Schneegrube ihren höchsten deutschen Auftrittspunkt erreichen, und gelangen in das Glatzer Bergland und das schlesische Hügelland, wo sie an mehreren Punkten (z. B. bei Liegnitz, Goldberg, Schweidnitz und Oppeln) in einzelnen Kuppen auftreten. Noch weiter nach Südosten hin erreicht endlich im Gebiete des Gesenkes zu beiden Seiten der Mohra die mitteldeutsche Vulcanenzone ihr Ende; denn die Teschenit-Durchbrüche bei Teschen gehören schon in das Karpathengebiet.

d. Nördlich von der mitteldeutschen Vulcanenzone lagert zwischen dem 54° und 55° nördlicher Breite die irisch-schottische Vulcanenzone, welche im nördlichen Gebiete Irlands und Schottlands und auch auf den hebridischen Inseln ihren Sitz hat und sich durch ihre Säulenbildungen, sowie durch ihre Anamesite und Dolerite auszeichnet.

e. Endlich nördlich von dieser Zone breitet sich zwischen dem 60° und 70° nördlicher Breite die Isländische Vulcanenzone, zu welcher auch die Fär-Oer-Inseln gehören, aus. Sie besteht vorherrschend aus Anamesiten, deren kolossale, in Säulen abgesonderte Deckenmassen auf Island von jüngeren Basalten und Quarztrachyten durchsetzt und noch gegenwärtig von jüngsten Eruptivgebilden (— Bimssteine, Lavaschlacken, Obsidianen und Aschenmassen —) von Zeit zu Zeit überschüttet wird.

Nach allem eben Mitgetheilten kann man die Vulcanenzonen der Tertiärperiode in folgender Weise ordnen:

1) nördliche, noch gegenwärtig thätige, Zone: Islandzone;
2) eine ältere, schon erloschene Zone: Schottlandzone;
3) eine mittlere, schon lang erloschene Zone: Deutsche Centralzone;
4) eine jüngere, später erloschene: Karpathenzone;
5) eine südliche, noch jetzt thätige: Mittelmeerzone.

Von diesen Zonen entspricht die erste der fünften und die zweite der vierten, so daß die mitteldeutsche Vulcanenzone für sich allein stehend gewissermaßen die Centralzone bildet, in welcher nicht nur die meisten, sondern auch die ihren Gesteinsmassen nach verschiedenartigsten Eruptionen zum Vorscheine gekommen sind.

Haben nun auch alle die vorgenannten baſaltiſchen, phonolithiſchen und trachytiſchen Eruptionsmaſſen nur örtlich und wenig oder gar nicht dislocirend auf die von ihnen durchbrochenen Erdrinde-Ablagerungen eingewirkt, indem ſie in den älteren Formationengebieten, — unter denen namentlich die Triasablagerungen ihren Tummelplatz bildeten — ſchon vorhandene Spalten zu ihren Durchbrüchen benutzten und in den Braunkohlengebieten, welche das Hauptterrain für ihre Durchbrüche bildeten, noch weiche leicht zu durchbrechende Maſſen fanden, ſo haben ſie doch einen zweifachen Einfluß auf die von ihnen durchbrochenen Braunkohlen-Ablagerungen dadurch ausgeübt, daß ſie einerſeits mit ihren ausgeworfenen Schuttmaſſen, — d. h. mit ihren Conglomeraten, Sandſteinen, Tuffen und einzelnen Schlacken, — nicht blos für ſich allein, ſondern auch in Untermengung mit Thon und Mergel oft bedeutende Ablagerungszonen in der Schichtenreihe des Oligocäns und Miocäns bildeten und andererſeits die von ihren Schmelzen durchdrungenen Maſſen an den mit ihnen in Berührung gekommenen Stellen auf mannichfache Weiſe umgewandelt, — die Sandſteine und Thone gefrittet oder verglaſt, die Kohlen verkoakt —, haben.

§. 397. **Die Braunkohlengebilde.** — Die Braunkohlen ſind eben ſo gut, wie die Steinkohlen, Producte des Verkohlungsproceſſes; ja es können bei der fortſchreitenden Verkohlung aus den Braunkohlen auch noch ſteinkohlen- und anthracitartige Gebilde werden, wie z. B. die Pechkohle beweiſt. Trotzdem aber iſt dem chemiſchen Gehalte, den Bildungspflanzen, der Entſtehungsweiſe und den Bildungsorten nach ein bedeutender Unterſchied zwiſchen dieſen beiden Kohlenarten.

1) Die Steinkohlenarten enthalten neben ihrem Kohlenſtoffgehalte eine Bitumenart, welche neben einem harzigen, auch noch einen balſamartigen Stoff, aber keine Spur von Gerb- und Humusſubſtanz beſitzen, weshalb ſie beim Brennen auch keinen talg- oder torfähnlich riechenden Dampf entwickeln und mit Kalilauge erwärmt keine braune Löſung geben; die Braunkohlenarten aber enthalten Wachs- oder Haide- und Pinusharz und außerdem auch noch Gerbſtoff- und Ulminſubſtanz, weshalb ſie beim Brennen einen brenzlich- oder talgigharzig riechenden Dampf und mit Kalilauge eine braune Löſung entwickeln.

2) Die Steinkohlen ſind vorherrſchend aus kryptogamiſchen Gefäßpflanzen (Equiſeten oder Calamiten, Lycopodiaceen, Farnen) und zum Theil auch aus Coniferen entſtanden; die Braunkohlen aber verdanken ihre Entſtehung hauptſächlich phanerogamiſchen Holzgewächſen, namentlich aus den Familien der Abietineen (Pinus und Sequoia), Cupreſſineen (Callitris, Glyptostrobus, Cupressus, Widdringtonia[?]) und Taxineen (Taxodium und wohl auch Podocarpus) und zum Theil auch vertorften Moor- und Waſſerpflanzen aus den Familien der Gramineen, Najadeen und Typhaceen, zu denen ſich in den tieferen Flötzen der Braunkohlenablagerungen auch noch Algen (Cystoseira) und Characeen (Chara) geſellen; während Stammreſte von Cinnamomum, Liquidam-

bar, Sapodacites, Sapindus, Myrica, Alnus, Betula und Salix nur §. 397.
mehr als zufällig eingefluthete Gemengtheile der Braunkohlenflötze zu betrachten ſind. Die Hauptproducenten der Braunkohlen waren alſo Pflanzen, welche neben harzigen Stoffen auch Gerbeſtoff enthielten und wohl in derſelben Weiſe verkohlten, wie es noch gegenwärtig in Torfmooren geſchieht (vgl. §§. 59—67. S. 191 u. ff.).

3) Die äußeren Bildungsverhältniſſe waren während der Braunkohlenbildungszeit auch ganz andere, als in der Periode der Steinkohlenbildung. Die Steinkohlenpflanzen wuchſen auf einem, an Silicaten reichen und kalkarmen, ſchlammigen, Boden, welcher von einer qualmigen, das Sonnenlicht kaum durchlaſſenden, Atmoſphäre umgeben war und verkohlten unter dem Einfluſſe eines, von dem noch durchwirkenden heißen Erdinnern durchwärmten, Schlammwaſſers; die Braunkohlenbäume dagegen wuchſen vorherrſchend auf einem reichlich Kalk ſpendenden Boden einer warmen, feuchten und ſonnenreichen Umgebung und verkohlten nicht mehr unter dem Einfluſſe des heißen Erdinnern, ſondern im Waſſer von gewöhnlicher Temperatur in ganz ähnlicher Weiſe, wie es gegenwärtig noch geſchieht und mußten darum auch in mancher Beziehung andere Verkohlungsproducte als die Steinkohlenpflanzen liefern.

Die Bildungsorte der gegenwärtigen Braunkohlenablagerungen waren von mehrfacher Art:

a. Die einen dieſer Bildungsorte waren in Gebirgsthälern liegende Sumpfbecken, welche nur durch Regenwaſſer oder höchſtens durch Quellen an ihrem Grunde geſpeiſt wurden. Sie bildeten die Hauptheimath der Sumpfcypreſſen, Taxodien und Sumpfkiefern und producirten vorzüglich Lignit.

b. Die anderen Bildungsorte waren tiefe, hauptſächlich in Kalkgebirgsthälern ausgebreitete, Seebecken, welche wohl einen Zu-, aber keinen oder nur ſchwachen Abfluß von Flüſſen hatten. Dieſe vermoorten, — ähnlich wie noch gegenwärtig die Thal- und Buchtenſeen der nördlichen Kalkalpen, z. B. der Achenſee —, vorherſchend von ihren Ufern aus, während zugleich in ihrer Mitte ſchwimmende Waſſerpflanzen (Algen, Charen, Nymphaeen) bei ihrem Abſterben das Seebecken in ſeiner Mitte mit Moorſchlamm verſorgten. In dieſer Art von Braunkohlenlagerſtätten zeigen ſich daher ſtets zweierlei Braunkohlenablagerungen, nemlich einerſeits von Pflanzen, welche im Seewaſſer ſelbſt ſchon wuchſen (Algen, Charen, Typhaceen, Gramineen), oder urſprünglich auf dem ſumpfigen Ufer wohnten und von da bei der vollſtändigen Vermoorung des Seebeckens immer weiter in den Raum deſſelben einrückten (Cupreſſiten, Taxodien, Pinus) und andererſeits von Pflanzen, welche Regenwaſſer von den angrenzenden Kalkbergen oder Flüſſe von entfernteren Orten eingeflößt haben und in der Regel ſolchen Arten von Holzgewächſen angehören, welche von Natur auf trockenen, luftigen Standorten wachſen.

§. 397. c. Die dritten Bildungsorte waren tief ins Land einſchneidende Meerbuſen, welche von Flüſſen durchzogen waren, die aber durch die ſich gegen die Buſenmündung ſtemmende Meeresfluth gezwungen wurden, all' ihren Pflanzen- und Mineralſchutt im Hintergrunde des Buſens abzuſetzen. Dieſe Kohlenablagerungen enthalten alles bunt durcheinander und beſtehen vorherrſchend aus Pflanzenarten des trockenen Landes.

d. Die vierten Bildungsorte waren die tiefen Buchten an den beiden Ufern großer, langſam fließender Ströme, welche das Flachland durchzogen, und oft auch die beckenförmigen Uferländereien überſchwemmten und dabei ihren Pflanzenſchutt an allen Ufern und Becken, in denen ihr Waſſer geſtaut wurde, abſetzten. Ihre Kohlenflötze beſtehen hauptſächlich aus Reſten von Bäumen, welche auf dem ſumpfigen oder quelligen Sand- und Lettenboden der Niederungen wuchſen, und wechſeln namentlich mit ſandigen Zwiſchenſchichten, wie es z. B. im norddeutſchen Tieflandsgebiete an vielen Orten der Fall iſt.

e. Endlich boten auch die aus lockerem, thonigſandigem Boden beſtehenden und mit Kieferwaldungen bedeckten Landesgebiete am Strande des Meeres eine günſtige Gelegenheit zur Bildung von Braunkohlenablagerungen. Die Fluthen des Meeres unterwuſchen nemlich dieſe Gebiete ſo lange, bis ſie von ihrem eigenen Gewichte niederwärts gedrückt ſenkrecht in die Tiefe des Meeres ſanken und hier unterſeeiſche Waldungen bildeten, aus denen dann mit der Zeit Braunkohlenlager mit oft noch aufrecht ſtehenden Baumſtümpfen entſtanden. Die Bernſtein liefernden unterſeeiſchen Kiefern der Oſtſee gehören jedenfalls dieſer Art von Braunkohlenablagerungen an.

In den eben kurz angegebenen Bildungsorten zeigen ſich nun die Braunkohlen theils in kleineren, neſterförmigen, Lagern, theils in weit ausgedehnten, — aber nicht überall gleich dicken —, 1 — 15 (z. B. bei Zittau) Lachter mächtigen, Flötzen einzeln oder zu mehreren über einander zwiſchen Schichtmaſſen theils von plaſtiſchem, blaugrauem Thon, theils von gelblich-, braun- oder ſchwarzgraugefärbten Schieferthonen oder Kalkmergelſchiefern, theils von Baſalt- oder Trachyttuff, theils endlich von weißem, oder auch ſchwarzgrauem Sand.

Wie die Art der Bildungspflanzen von Braunkohlenflötzen zum Theile abhängig war von den Bodenverhältniſſen der Umgebung vermoorender Seebecken, ſo iſt auch die mineraliſche Beſchaffenheit der Zwiſchenſchichten von Braunkohlenflötzen abhängig zum großen Theile von der geognoſtiſchen Beſchaffenheit ihrer nächſten Umgebung und dann auch derjenigen Landesgebiete, aus denen die, in die vermoorenden Waſſerbecken einfließenden, Gewäſſer kommen. Demgemäß beſtehen die Zwiſchenſchichten in den Braunkohlenbecken der Kalkgebirgsländer vorherrſchend aus Mergelſchiefern und Thon, der Sandſtein- und Schieferthongebiete aus Sanden, Letten, Thonen und Schieferthonen, der Meeresbuſen aus feinem Sand und Schlick u. ſ. w.

Indeſſen iſt auch das Bildungsmaterial der verſchiedenen Flötze in einem und demſelben Braunkohlenbecken nicht immer ein und daſſelbe. In einem großen und tiefen Binnenſeebecken kann man in dieſer Beziehung zweierlei beobachten:

1) In den tiefſten und unterſten Braunkohlenſchichten treten, — abgeſehen von den durch Flüſſe eingeſchwemmten Pflanzenreſten —, vorzüglich wahre Waſſerpflanzen (Algen und ſchwimmende Waſſerpflanzen), in den darauf folgenden namentlich Sumpf- und Ufergewächſe (Rohrgräſer, Schilfrohre, Cypreſſen) und in den oberen Landbäume auf;

2) bei ſehr tiefen Seebecken kommt es auch vor, daß in den verſchiedenen Braunkohle-Etagen Gewächſe aus verſchiedenen Klimazonen auftreten, wie der folgende Paragraph, welcher die Pflanzenwelt der Tertiärperiode ſchildern ſoll, näher zeigen wird.

Organismen der Tertiärzeit. — a. Klima und Pflanzenwelt. — §. 398. Wie ſchon früher angedeutet worden, ſo hatten ſich ſchon während der Kreideperiode die klimatiſchen Verhältniſſe ſo geändert, daß man ein ſüdliches, der tropiſchen Zone entſprechendes, und ein nördliches, der ſubtropiſchen oder wärmeren temperirten Zone nahe ſtehendes, Klima wenigſtens in den Landesgebieten Europas unterſcheiden konnte. Während der Tertiärzeit nun ſchritt dieſe Sonderung der Klimaverhältniſſe in einzelne Zonen zwar noch weiter fort, aber es machte ſich auch ein Schwanken derſelben bemerklich, dem zu Folge einerſeits in einem und demſelben Landesgebiete in einzelnen, verhältnißmäßig kurz auf einander folgenden, Zeiträumen und andererſeits in zwei, unter denſelben Breitekreiſen neben einander liegenden, Landesräumen zu einer und derſelben Zeit ganz verſchiedene Klimazonen hervortraten, dem zu Folge aber auch allmählich am Schluſſe der Tertiärperiode diejenige Sonderung der Klimazonen, welche noch in der Gegenwart auf der Erde herrſchen, hervorgerufen wurde.

Es iſt ſchon bei der Beſchreibung der Kreideformationen darauf hingewieſen worden, daß am Schluſſe der Kreideperiode namentlich in Europa zweierlei Gebiete der Erdoberfläche vorhanden waren, nemlich ein Continental-Landesgebiet, welches ſich im Allgemeinen zwiſchen dem $48{,}5^0$ und dem $53{,}5^0$ nördlicher Breite von Weſten nach Oſten hin ausdehnte, und in ſeiner ganzen Breitenausdehnung von einem, durch Fluß- und Seenthäler unterbrochenen, Walle hoher, auf ihren Scheitelflächen wohl auch ſchon hie und da vergletſcherter, Gebirge durchzogen wurde — und ſüdlich von dieſer Continentalinſel ein großes Meeresbecken, welches vom gegenwärtigen atlantiſchen Oceane an quer durch Europa und Aſien bis zum großen Oceane reichte. In Folge dieſer Oberflächenbeſchaffenheit mußte in Europa ſchon beim Beginne der Tertiärperiode das oben erwähnte tropiſche Klima des ſüdlichen oceaniſchen und das temperirte Klima des nördlichen, continentalen Gebietes hervortreten. Aber ebenſo mußten auch die Länderſtrecken des letztgenannten Gebietes, welche ſüdlich von dem continentalen Gebirgswalle lagen, ein tropiſches Inſelklima beſitzen, ähnlich wie es noch gegen-

§. 398. wärtig in Auſtralien und den angrenzenden indiſchen Inſeln herrſcht, während die nördlich vom mitteleuropäiſchen Gebirgsgürtel liegenden Ländergebiete ein mehr temperirtes Klima, ähnlich dem im ſüdlichen Nordamerika herrſchenden, zeigten. Als nun in Folge von neuen Landesbildungen und Landeshebungen am Schluſſe der Eocänzeit und namentlich der gewaltigen Gebirgszüge im Süden Europas (der Pyrenäen und Alpen) und Aſiens (des Himalaya ꝛc.) die warmen Luftſtrömungen der Aequatorialzone mehr oder weniger gehemmt wurden und nur noch in einzelnen Gebieten (z. B. an der Weſt- und Oſtſeite der deutſchen Alpen) einen Durchzug nach den nördlich von dieſen Gebirgszügen gelegenen Gebieten behielten, da mußte nothwendig das ehemals tropiſche Klima dieſer Gebiete zu einem ſubtropiſchen und warmen temperirten werden, welches ſpäterhin durch die gewaltigen Schnee-, Eis- und Gletſcherbildungen auf den Scheiteln der genannten Hochgebirge noch mehr erniedrigt und zum jetzt noch herrſchenden gemäßigten Klima wurde. So etwa war der Verlauf der Klimaveränderung im ſüdlichen Europa, aber ganz ähnlich veränderte ſich auch das Klima im nördlichen Europa. In dieſem, in welchem ſchon beim Beginne der Tertiärperiode nur ein mildes temperirtes Klima geherrſcht hatte, wurde zunächſt durch die Emporhebung der ſüdlichen Hochgebirge der, ſchon durch den Mittelgebirgsbogen herabgedrückte, warme Luftſtrom des Aequators noch mehr in ſeinem Wirken geſchwächt, ſodann aber der kalte Polarluftſtrom, — deſſen eiſiger Hauch nur durch die iſolirt daſtehende ſkandinaviſche Gebirgsinſel geſchwächt wurde —, ſo vorherrſchend, daß das milde temperirte Klima deſſelben zum nördlichen gemäßigten wurde.

Alle dieſe Veränderungen des Klimas mußten natürlich auch auf das in der Tertiärperiode auf Erden vorhandene Thier- und Pflanzenleben einwirken und eine Veränderung ſeiner Familien, Geſchlechter und Arten hervorrufen. Am augenfälligſten tritt nun dieſe Veränderung im *Reiche der Pflanzen* hervor, weil die Glieder dieſes Reiches an die Scholle ihrer Geburtsſtätte gefeſſelt ſind und demgemäß nicht wie die Thiere die für ihr Wohlbefinden nothwendigen klimatiſchen Verhältniſſe aufſuchen können.

Nach dem eben Mitgetheilten mußten alſo in der Tertiärperiode vom Anfange an den klimatiſchen Verhältniſſen gemäß zweierlei Floren exiſtiren, nemlich eine tropiſche, ſüdlich vom mitteleuropäiſchen Gebirgsbogen wohnende, und eine Flora der warm temperirten Zone, nördlich von dieſem Gebirgsbogen ſeßhafte. Jene tropiſche Flora entſprach einer Inſelflora, wie ſie gegenwärtig noch auf den Inſeln zwiſchen dem 20^0 nördlicher Breite und dem 30^0 ſüdlicher Breite und namentlich in *Auſtralien* zu finden iſt; die Flora der warm temperirten Zone dagegen zeigte Pflanzengeſchlechter, deren Typen gegenwärtig noch in den Landesgebieten zwiſchen dem 30^0 und 45^0 nördlicher Breite, alſo in der ſüdlichen Hälfte Nordamerikas, in Japan — China — und in Nordafrika — Italia — wohnen. Hierbei iſt jedoch zu bemerken, daß das Florengebiet zwiſchen dem 30^0 und 45^0 nördlicher Breite geologiſch

jünger ist, als das andere, indem in dem ersten Drittel der Tertiär- §. 398
periode dieses ganze Gebiet mit Ausnahme einiger Inseln (an der Stelle des jetzigen Alpengebirges) sich noch unter dem Spiegel des Oceanes befand und erst am Schlusse des eocänischen Zeitalters über dem letzteren hervortrat. Diese ebengenannten Inseln (der Alpen) zeigten nun auch eine tropische Inselflora, woher es auch kommt, daß die auf denselben vorhandenen Braunkohlen-Ablagerungen vorherrschend neuholländische Pflanzengeschlechter wahrnehmen lassen. Diese Flora nun war anfangs in allen Landesgebieten einer und derselben Breitenzone rings um die ganze Erde ganz gleichartig und enthielt überall zugleich alle Pflanzenfamilien, Geschlechter und Arten, welche gegenwärtig ganz getrennt von einander in oft weit von einander entfernt liegenden Landesgebieten auftreten.

Als aber am Schlusse des ersten Drittels der Tertiärperiode die Eocängebilde und mit ihnen die sämmtlichen, unter ihnen lagernden, Erdrinde-Ablagerungen als gewaltige Gebirgsmassen aus dem Schooße des Oceanes hervortraten und sich in Folge davon die klimatischen Verhältnisse änderten, mußten sich auch die Floren der einzelnen Landesgebiete ändern und zwar in der Weise, daß die einzelnen Pflanzengeschlechter und Arten, welche bis jetzt vereinigt gelebt hatten, von nun an getrennt von einander in denjenigen Landesgebieten auftraten, in welchen sie das für ihr Gedeihen nothwendige Klima fanden. Diese Aenderung ging indessen nicht plötzlich vor sich, sondern nur ganz allmählich; ja die Flora der einzelnen bis jetzt bestandenen tropischen Inseln siedelte sogar auf die nun mit ihnen verbundenen Festlandsmassen über und gedieh auf denselben in allen Localitäten, welche ihr die, für ihre Arten nothwendigen, klimatischen Verhältnisse gewähren konnten. Und so kam es, daß im Anfange des zweiten Drittels der Tertiärperiode, d. i. zur Zeit der Oligocän-Entwickelung noch überall eine und dieselbe tropische Flora, wie früher vorhanden war. Allein schon während des Oligocän-Zeitalters trat nach und nach die oben erwähnte Veränderung und Trennung dieser Flora ein. Unter den Pflanzengeschlechtern eines und desselben Florengebietes nemlich giebt es solche, welche stets nur bei einem bestimmten jährlichen und monatlichen Wärme-, Licht- und Feuchtigkeitsmaße gedeihen, während andere noch freudig fortvegetiren, wenn sie auch nicht mehr soviel monatliche Wärmesummen erhalten als sie begehren, und erst dann verkümmern, wenn sie auch nicht mehr die ihnen nothwendige jährliche Wärmemenge bekommen. Wenn nun unter diesen Pflanzengeschlechtern Arten vorhanden sind, welche das Vermögen besitzen, ihre Körperglieder so umzuwandeln, daß sie den veränderten Lebensverhältnissen gemäß fortexistiren können, während die anderen Arten, welche ihren Körper nicht den neuen Verhältnissen gemäß umwandeln und anpassen können, zuerst verkümmern und dann zu Grunde gehen, so werden jene veränderlichen Pflanzen in ihren einmaligen Wohnsitzen auch bei verändertem Klima fortbestehen und die Gründer der neuen, nunmehr in diesen Wohnsitzen herrschenden Pflanzengeschlechter werden, die nicht veränderlichen aber aus diesen Wohnsitzen

§. 398. allmählich verſchwinden. Man kann alſo hiernach in einem Florengebiete unterſcheiden:

a. Pflanzen, welche ganz beſtimmte Klimaverhältniſſe zu ihrem Gedeihen brauchen und bei Veränderung des Klimas

1) ihre Natur den neuen Verhältniſſen nicht accomodiren können: Dieſe gehen bei jeder Klimaveränderung zu Grunde;

2) ihre Natur den neuen Verhältniſſen accomodiren können: Dieſe dauern bei einer Klimaveränderung fort, aber mit veränderten Körpergliedern.

b. Pflanzen, welche keine beſtimmten Klimaverhältniſſe, aber eine beſtimmte Unterlage begehren.

1) Von dieſen gehen ſpäter diejenigen zu Grunde, welche bei Veränderung der Bodenunterlage ihre Körperglieder nicht den neuen Bodenverhältniſſen accomodiren können;

2) dagegen dauern diejenigen fort, welche ihre Körperglieder den neuen Boden-Verhältniſſen gemäß umändern können.

Durch alles dieſes wird es erklärlich,

1) woher es kommt, daß im Allgemeinen z. B. in den mittel- und nordeuropäiſchen Braunkohlengebieten unter den Landpflanzen aus der jüngeren Eocän- und älteren Oligocänzeit die ſüdaſiatiſchen, auſtraliſchen und braſilianiſchen und ſpäter auch die nordamerikaniſchen Pflanzengeſchlechter vorherrſchen;

2) warum dann in der jüngeren Oligocän- und älteren Neogenzeit die tropiſche Flora mehr und mehr zurücktritt und die nordamerikaniſche und ſüdeuropäiſche herrſchend wird, und endlich in der jüngeren Neogenzeit die nordamerikaniſche Flora der eigentlich europäiſchen das Feld räumt;

3) woher es kommt, daß ſelbſt in den übereinander folgenden Etagen eines und deſſelben Braunkohlengebietes Floren aus verſchiedenen Klimazonen auftreten.

Recht in die Augen fallend iſt dieſes nach den Beobachtungen des Freiherrn von Ettingshauſen in dem — zur aquitaniſchen oder Radoboy-Stufe des oberen Oligocän gehörigen — Braunkohlengebiete von Leoben in Steyermark zu bemerken.

Aus dieſen ſehr ſorgfältigen Beobachtungen geht hervor, daß die im Allgemeinen zur aquitaniſchen Stufe der Oligocän-Braunkohlen gehörige Formation von Leoben

1) in ihrer unterſten Schichte zwar noch mehrere Pflanzenarten enthält, welche der oberen Eocänformation (— der ſogenannten Stoßka- und Savine-Stufe —), ſo Sequoia Langsdorfii, Tournalii und Couttsiae, aber doch vorherrſchend ſchon dem nordamerikaniſchen Typus angehören, ſo namentlich Alnus, Quercus, Ulmus und Acer;

2) auch in der darauf folgenden Schichte noch mehrere Arten §. 398.
der oberen, tropiſch-auſtraliſchen Eocän-Flora, aber noch mehr der nordamerikaniſchen und ſüdeuropäiſchen Flora auftreten;

3) in der dritten Schichte zwar ein außerordentlicher Reichthum von ſüd- und nordamerikaniſchen Pflanzengeſchlechtern, dabei aber auch ſchon — und zwar in vorherrſchender Menge — echt europäiſche Geſchlechter, namentlich Betulaceen, ſich bemerklich machen;

4) in der vierten und oberſten Schichte endlich nordamerikaniſche, mittelaſiatiſche und ſüdeuropäiſche Pflanzengeſchlechter vorherrſchen.

Faßt man nun alles im Vorſtehenden Mitgetheilte kurz zuſammen, ſo laſſen ſich folgende allgemeine Reſultate über die **Flora in der Tertiärzeit** aufſtellen:

1) Zu den in der Kreidezeit nur erſt ſpärlich vorkommenden Anfängen von dikotyledoniſchen Gewächſen mit apetalen und gamopetalen Blüthen geſellt ſich in der Tertiärperiode nach und nach eine Flora, welche ſehr reich war an Familien, Gattungen und Arten von dikotyledoniſchen Pflanzen mit dialypetalen (d. i. mehrblättrig-kronenblüthigen) Blumen.

2) Aus dieſen tertiären Familien und Gattungen der Pflanzenwelt traten im Verlaufe der Tertiärperiode immer mehr Geſchlechter hervor, welche noch gegenwärtig in den verſchiedenen Ländern der Erdoberfläche exiſtiren.

3) In dem erſten Drittel der Tertiärperiode waren noch die verſchiedenen, damals exiſtirenden Familien und Geſchlechter der Pflanzen bunt durch einander gemiſcht und gleichmäßig über alle damals exiſtirenden Länder der Erdoberfläche vertheilt, ſo daß in Europa dieſelben Pflanzengeſchlechter vorkamen wie in den Tropenländern und in Nordamerika. Indeſſen konnte man doch ſchon in der zweiten Hälfte des erſten Tertiärdrittels, — alſo in der letzten Eocän- oder unteren Oligocänzeit — in den Landesgebieten Europas eine Trennung von zwei Pflanzenzonen, nemlich eine warme temperirte, nördlich vom mitteleuropäiſchen Gebirgslande liegende und der Flora des ſüdlichen Nordamerikas entſprechende, — und eine tropiſche, ſüdlich von dem genannten Gebirgsgürtel verbreitete, im Allgemeinen der Auſtralflora entſprechende, unterſcheiden.

4) In dem zweiten Drittel der Tertiärperiode, — alſo in der eigentlichen Oligocänzeit — zeigte nun die Pflanzenwelt das bunteſte Gemiſch von Familien und Geſchlechtern aller Zonen, vorzüglich aber von auſtraliſchen, ſüdaſiatiſchen, ſüdamerikaniſchen und dabei auch nordamerikaniſchen und ſüdeuropäiſchen Familien und Gattungen:

aus der tropiſchen Zone: Palmen (namentlich Fächerpalmen, Sabal), Pandanen, Bananen, Proteaceen, Cupreſſinen (Callitris), Abietineen (Sequoia), Bambuſen, Santalaceen, Sapotaceen, Laurineen (Lorbeer-, Zimmt- und Kampferbaum), Celaſtrineen, Caſſia-Arten, Cäſalpinien, Mimoſen, Acacien;

§. 398. aus der warmen, gemäßigten Zone (südl. Nordamerika, China, Japan, Nordafrika und Südeuropa): Cupressinen (Glyptostrobus), Abietinen (Pinus hepios), Taxodien, Magnolien, Myrten, Platanen, Betulineen, Ulmaceen, Moreen, Oleaceen, Juglandeen, Cupuliferen (Quercus, Castanea, Fagus), Ebenaceen u. s. w.

5) Bei dem Beginne des letzten Drittels der Tertiärperiode, also im Anfange der Miocänzeit, waren die Klima- und überhaupt die Lebensverhältnisse im Allgemeinen noch ziemlich dieselben wie am Schlusse des Oligocäns. Die Berge, vorzüglich die aus kohlensauren Kalk spendenden Gesteinen bestehenden, waren mit einer äußerst üppigen und artenreichen Flora bedeckt. An den stets feucht gehaltenen Berggehängen der von Flüssen durchzogenen Thäler und Buchten wucherten über 300 Baumarten aus den verschiedensten Klimazonen bunt durch einander. Da standen noch traulich vereint Palmen, Lorbeer-, Zimmt- und Kampferbäume, Santaleen, Proteaceen, Cäsalpinien, Mimosen, Acacien, Magnolien und andere Holzgewächse der heißen Zone neben Feigen, Platanen, Wallnußbäumen, Castanien, Amygdaleen, Rosaceen und anderen Bäumen der milden temperirten Zone in Untermischung mit Ahornen, Ulmen, Eichen, Buchen, Hainbuchen, Haseln, Birken, Erlen, Pappeln, Weiden und anderen Laubholzarten der eigentlichen gemäßigten Zone Amerikas und Europas als Herrscher der Urwälder, während Myrthen, Eriken, Celastrineen, Ilicineen, Rhamneen, sowie üppige Farne ein undurchdringliches Gewirr von Sträuchern zwischen den Bäumen bildeten. An den unteren Gehängen dieser Waldberge, sowie auf dem morastigen Boden der Buchten und Thäler aber bildeten gewaltige Sequoien, Cypressen, Taxodien und Abietinen im Vereine mit Bambusen und Casuarinen weit ausgedehnte Dickichte. Und wo nun in diesen bewaldeten Buchten und Thälern Seespiegel blinkten, da erhob sich zunächst am morastigen Ufer derselben ein breiter Kranz von Gramineen, Typhaceen, Bambusen, Sumpfcypressen und auch von palmenartigen Gewächsen, während im Seebecken selbst zwischen Characeen und Algen sich die schönen herz- oder schildförmigen Blätter und Prachtblumen von Nymphaeen und Victorien ausbreiteten. Es muß in der That im Anfange des Myocänzeitalters in Europas Gebieten noch eine Flora ähnlich der des subtropischen Amerikas und der südasiatischen Inseln geherrscht haben. Allein schon während der zweiten Hälfte der Miocänzeit änderte sich der Charakter dieser bunten gemischten tropisch-temperirten Pflanzenwelt. Die klimatischen Verhältnisse hatten sich so verändert, daß die zarten tropischen Gewächse verkümmerten und den jetzt noch in Europa herrschenden Pflanzenfamilien mehr oder weniger das Feld räumten. Es trat eine eigenthümliche Sonderung der damaligen europäischen Pflanzenwelt ein, in Folge deren sich in den südwestlichen Landesgebieten die jetzt noch herrschende italienische oder mediterranee, in den nördlichen Gebieten die noch jetzt in Amerika und im gemäßigten Europa herrschende und im östlichen Europa ein Florengemisch hervorhob, welches in Böhmen vorherrschend die nördliche Flora, in Steyermark und Krain aber die

italienische Flora, aber noch im Verbande mit subtropischen Gewächsen zeigte.

6) In der Pliocänzeit schritt diese Sonderung der Klimazonen und mit ihnen zugleich der Pflanzenfamilien soweit fort, daß sich in Europa schon eine subtropische, eine milde temperirte (südeuropäische) und eine eigentliche gemäßigte (nordeuropäische) Pflanzenzone unterscheiden läßt, in welcher letzteren dann die nordamerikanischen und mitteleuropäischen Pflanzenfamilien, namentlich die Abietineen, Salicineen, Betulineen, Cupuliferen, Fraxineen, Acerineen, Tiliaceen und Robinien, herrschend werden.

Fortsetzung. — **b. Das Thierleben.** — So lange auf der Erde §. 399.
nur Cycadeen, Cupressineen, Coniferen und Farne — mit einem Worte: Pflanzen mit saftlosen oder harzigen Säften versehenen harten Blättern, kleinen, unscheinbaren, kronenlosen, keine aromatischen Säfte entwickelnden Blüthen und kleinen, gymnospermen Samen herrschten, konnte sich das Reich der Landthiere nur dürftig entwickeln. Als sich nun aber in der Tertiärperiode die Pflanzenwelt mit tropischer Ueppigkeit entfaltete, als in dieser Periode die mit saft- und nahrungsreichen Blättern, honighaltigen Kronenblüthen und mehl- oder ölreichen Nuß- und Beeren- oder Apfelfrüchten geschmückten Familien und Gattungen der verschiedenartigsten Laubholzbäume, Sträucher, Kräuter und Gräser die Erdoberfläche mit gewaltigen Wäldern und Kräuterdecken schmückten, da entfaltete sich auch das Thierreich in großartiger Fülle und Mannichfaltigkeit. Die offenen Binnenseebecken und schlammigen Sümpfe belebten sich mit Schildkröten, Fröschen, Molchen und Krokodilen, in den Flüssen traten zahlreiche Fische aus den Familien der Knochenfische hervor; die Kräuter wurden bewohnt von Insekten verschiedener Ordnungen, namentlich von Zweiflüglern, Libellen, Hautflüglern (Ameisen und Blattwespen) und Käfern (Rüsselkäfern); im Dickicht der Urwälder und in den mit Bambusen bedeckten morastigen Niederungen hausten Säugethiere von riesenhafter Größe und merkwürdigen Körperformen. Von allen den in der Tertiärperiode zum Vorschein kommenden Thierklassen indessen ist es das jetzt mit Macht sich entwickelnde Reich der Säugethiere, durch welches diese Periode charakterisirt wird. Dieses Reich entwickelte zuerst Geschlechter aus den unteren Klassen der Säugethiere, nemlich Dickhäuter und Hufthiere, sodann aber Nagethiere, weiter auch Raubthiere und zuletzt fledermausartige Hautflügler und Affen, — also im Allgemeinen Familien aus den verschiedensten Ordnungen der Säugethiere, ähnlich denjenigen Geschlechtern, welche jetzt noch in Afrika, auf den südasiatischen Inseln und in Südamerika leben.

Unter allen den eben genannten Ordnungen machten sich am meisten bemerklich:

1) Im ersten Drittel der Tertiärperiode, d. i. in der Eocänzeit:
   a. von Dickhäutern: das tapirartige Palaeotherium magnum, das, dem Rhinoceros ähnliche, Lophiodon und das schweineartige Anthracotherium;

§. 399. b. von Zweihufern: das hirſch- oder rehartige Xiphodon und das, vielleicht antilopenartige, langſchwänzige Anoplotherium (Fig. 403);

Fig. 403. Skelet des Anoplotherium.

c. von Beutelthieren: Beutelratzen;

d. von Raubthieren: Viverren, Fiſchottern, Hundearten;

e. von Affen: der Dryopithecus Fontani.

2) Im zweiten Drittel der Tertiärperiode, d. i. im Oligocän und Miocän

a. von Dickhäutern: das elephantenartige, mit 4, faſt geraden Stoßzähnen bewaffnete Mastodon mit höckerigen Backenzähnen; das ebenfalls elephantenartige, mit zwei, im Unterkiefer befindlichen, abwärts gebogenen Stoßzähnen bewaffnete, Dinotherium (Fig. 404); das einhornige Rhinoceros und das hornloſe Aceratherium;

Fig. 405. Hippotherium. a. Oberer Backzahn. b. Hinterfuß vom Hippotherium.

b. von Zweihufern: Giraffen (Heladotherium), Hirſche, Moſchusthiere (Palaeomeryx), Antilopen und Gazellen;

c. von Einhufern: das eſelartige, aber mit zwei Afterhufen verſehene, Hippotherium (Fig. 405);

Fig. 404. Dinotherium giganteum (reſtaurirt).

d. von Nagethieren: Murmelthiere, Biber, Haſen, Eichhorne;

e. von Raubthieren: der katzenartige Machairodus und der hundeartige Amphicyon; ferner Marder, Fiſchotter und Bär;

f. von Affen: der langſchwänzige Mesopithecus pentelicus und der Pliopithecus.

Außerdem hat man auch im Miocäne des Wiener Beckens die Reſte von Waſſerſäugethieren (Delphine und Seehunde) gefunden.

Gegen dieſe zahlreichen Säugethierarten, von denen man allein im oligocäniſchen Gypſe des Pariſer Beckens über 50 Arten aufgefunden hat, tritt die Claſſe der Vögel ſehr zurück; von ihnen hat man bis jetzt

nur einige Arten von Wat- und Laufvögeln (im Pariser Becken etwa 10 Arten) und sperlingsartige Vögel gefunden.

Und wie das Reich der Thiere auf dem Lande, so entwickelt sich auch das Thierleben in außerordentlicher Mannichfaltigkeit im Wasser, sowohl im Salz-, wie im Süßwasser. Zwar sind, wie oben schon bemerkt, die schönen Krinoiden, Ammoniten, Belemniten und meisten Brachiopoden mit dem Schlusse des mesozoischen Zeitalters verschwunden, aber die Foraminiferen, vor allen die münzförmigen Nummuliten, die Korallen, Bryozoën, Echiniten dauern fort und vermehren sich zum Theil in erstaunlicher Menge und zahlreichen Arten. Zu ihnen gesellen sich die mannichfaltigsten Arten und Geschlechter aus den Molluskenordnungen der Muscheln (Conchiferen oder Bivalven) und Schnecken (Gastropoden); ja diese beiden Ordnungen der Wasserthiere spielen in der Tertiärperiode eine hervorragende Rolle, indem sie den Uebergang des Thierreiches von der mesozoischen Periode zur Gegenwart vermitteln und demgemäß einerseits in Formen, welche schon in der mesozoischen Zeit vorhanden waren, aber auch noch in der Gegenwart existiren, und andererseits in Geschlechtern auftreten, welche zwar im ersten Drittel der Tertiärperiode sich noch weit mehr den mesozoischen als den gegenwärtigen Geschlechtern und Arten nähern, aber schon vom zweiten Drittel des Tertiär an immer mehr und mehr dem gegenwärtigen Reiche der Mollusken ähnlich werden.

Soviel im Allgemeinen über das Pflanzen- und Thierreich der Tertiärperiode; bei der Betrachtung der einzelnen Tertiärformationen werden die einzelnen wichtigeren Arten noch näher angegeben werden. Nur das sei hier noch erwähnt, daß man bis jetzt aus der Tertiärperiode schon über 1000 Pflanzenarten und über 7500 Thierarten, — nemlich 1500 Wirbel- und Ringelthiere und über 6000 Mollusken, Echinodermen, Bryozoën, Korallen und Foraminiferen — kennt, von denen zwar gegenwärtig noch zahlreiche Gattungen, aber verhältnißmäßig nur wenig Arten noch fortzudauern scheinen.

Gliederung der Tertiärformationen. — Ausgehend von einer Vergleichung der in den Tertiärformationen vorkommenden Conchylienarten mit den noch in der Gegenwart lebenden theilte der französische Conchyliolog Deshayes die Tertiärformationen in eine ältere, deren Conchylienarten zum größten Theile jetzt nicht mehr lebend existiren, in eine mittlere, von deren Conchylienarten in der Gegenwart noch eine größere Zahl lebend vorkommt, und eine jüngere Formation, welche sich in ihren Conchylienarten den noch gegenwärtigen sehr stark nähert. Lyell benutzte diese Eintheilung und nannte die ältere Braunkohlenformation eocäne, die mittlere aber miocäne und die jüngere pliocäne. Obgleich nun diese Eintheilung sehr schwankend ist, da sie sich zunächst nur auf Vergleichung von allgemein vorkommenden Meeresconchylien stützt, aber die Süßwasser- und Landconchylien gar nicht berücksichtigt und auch zu einer Zeit aufgestellt wurde, in welcher man noch bei weitem nicht alle tertiären und gegenwärtig noch lebenden Meeresconchylien kannte, da man außerdem auch noch gegenwärtig nicht alle in den Tiefen des Oceanes vorkommenden §. 400.

§. 400. Conchylienarten kennt und demgemäß auch nicht beſtimmen kann, ob nicht unter dieſen Tiefſee-Conchylienarten ſolche ſind, welche mit Eocän- oder Miocänconchylien übereinſtimmen, da endlich dieſe Eintheilung die Conchylienarten nicht aller, nur local vorkommender, Tertiärbildungen berückſichtigt, ſo hat man ſie trotzdem doch für die allgemeine Gliederung der Tertiärformationen unter manchen Abänderungen beibehalten. So hat zunächſt Hörnes die Tertiärformationen eingetheilt (Jahrb. der k. k. geol. Reichsanſtalt, Bd. 14, 1864):

A. in **eocäne** Bildungen, und dieſe dann:

1) in ältere Eocänbildungen: Paris, London;
2) in jüngere Eocänbildungen: Jenvre, Etampes, Lesbaritz, Système tongrien und rupélien in Belgien, Weſteregeln bei Magdeburg, Lattdorf, Helmſtedt u. ſ. w.

B. in **neogene** Bildungen, und dieſe wieder:

1) in ältere: Touraine, Bordeaux, Schweizer Molaſſe, Wien u. ſ. w.;
2) in jüngere: Aſti, Sicilien, Rhodos u. ſ. w.

Beyrich aber hat gefunden, daß die jüngeren Eocänbildungen ſich ſowohl durch ihre organiſchen Ueberreſte, als auch durch ihre Ablagerungsräume weſentlich von den älteren Eocänbildungen unterſchieden und nannte ſie darum oligocäne Formationen (vgl. die Monatsberichte der Berliner Akademie vom Jahre 1854 S. 664 und 1858 S. 51 u. ff.).

So entſtanden nun folgende Tertiärformationen:

1) Eocäne Formationen
2) Oligocäne Formationen
} paläogene Tertiärbildungen

3) Miocäne Formationen
4) Pliocäne Formationen
} neogene Tertiärbildungen.

Während dem ſtellte Alcide d'Orbigny 5 Etagen der Tertiärformationen auf, nemlich:

1) Etage suessonien, welche der Nummulitenformation,
2) Etage parisien, welche der Eocänformation,
3) Etage tongrien, welche der Oligocänformation,
4) Etage falunien, welche der Miocänformation,
5) Etage subapennin, welche der Pliocänformation

entſpricht.

Endlich hat nun noch C. K. Mayer in Zürich ſämmtliche Tertiärbildungen in folgende 12 Etagen vertheilt:

A. die eocänen Bildungen

1) in die Soiſſon-Stufe (Etage soissonien),
2) in die London-Stufe (Etage londonien),
3) in die Pariſer-Stufe (Etage parisien),
4) in die Barton-Stufe (Etage bartonien);

B. die oligocänen Bildungen

5) in die liguriſche Stufe (Etage ligurien),
6) in die tongriſche Stufe (Etage tongrien),
7) in die aquitaniſche Stufe (Etage aquitanien);

C. die miocänen Bildungen §. 400.

8) in die Mainzer Stufe (Etage mayencien),
9) in die helvetiſche Stufe (Etage helvétien),
10) in die tortoniſche Stufe (Etage tortonien);

D. die pliocänen Bildungen

11) in die Aſti-Stufe (Etage astien) nebſt Piacent-Stufe,
12) in die Sahara-Stufe (Etage saharien), z. Th. Aſti-Stufe.

Die Reihenfolge der eben angegebenen verſchiedenen Formationen der Tertiärbildungen ergiebt ſich aus der folgenden Ueberſicht: Vergleichende Zuſammenſtellung der Tertiärformationen.

§. 400. **Vergleichende Zuſammenſ**

Formationenreihe nach Hörnes und Naumann.	Abtheilungen der einzelnen	
	Abtheilungen.	Charakter-Ablagerungen und Hauptlagerorte.
A. Paläogene Formationen. **I. Eocän.**	**a. Unteres Eocän.** (Landenien u. Ypresien nach Dumont.)	1) In England: die Bognorſchichten, der Woolwich-Thon und Thanet-(in Frankreich: der plaſtiſche Thon, untere Sand und Süßwaſſerkall Epernay und Soiſſons; ſowie die Mergel von Biarritz mit Ter. und Se in Belgien: untere Thone bei Lille; Sande von Tournay.
		2) Der London-Thon von White-cliff, Clarendon-hill und Hernehay; reich die unteren Nummulitenſchichten von Corbières, die Biarritzer Ka ornat.; die Sandkalke von Royan; die Thone mit Braunkohlen bei Gerölllſchicht mit Haifiſchzähnen von Compiègne.
	b. Mittleres Eocän. (Bruxellien.)	1) In England: die Sande und Mergel von Bracklesham und Bagshot. 2) In Frankreich: die mittleren Nummulitenkalke der Corbières; die kalke von Biarritz; der Orbitulinenkalk von Blaye und Pouillac; de von Paris. 3) In Belgien: der Sand von Gilles mit Num. laevig. 4) In Deutſchland: die Schichten von Sonthofen und Kreſſenberg. 5) In der Schweiz: der Nummulitenſandſtein von Schwyz, Glarus und 6) In Italien: die Nummulitenſchichten von La Palarea u. Rocca Eſter
	c. Oberes Eocän.	In England: auf der Inſel Wight die Thone und Sande von Frankreich der Sand von Beauchamp; in der Schweiz die Nummulite Kalkſtöcke am Thuner See; der Wiener Sandſtein zum Theil. — Obere von Biarritz.
II. Oligocän.	**a. Unteres Oligocän.** (Tongrien inférieur in Belgien.)	In England die Headonſeries auf Wight und in Brockenhorſt (oberſte und Osborne-] Schichten des Londonbeckens). In Belgien der Sand v und die Schichten von Lethen; in Deutſchland der ſogen. Magdeburge über Braunkohlen liegend und bisweilen von quarzigen, pflanzenreichen Sa begleitet (Preißlitz bei Bernburg), bei Weſtegeln, Oſtermeddingen, Wolmirſt bei Bernburg, Helmſtedt, Unſeburg, Atzendorf, Welsleben, Biere. — Außer kohlen der Mark; Bernſteinſchichten Preußens; Bohnerzablagerungen von Baden; Gyps des Montmartres; Flyſch Appenzells; Macigno des Apennin
	b. Mittleres Oligocän. (Rupélien u. Tongrien supérieur z. Th.)	1) Die Meeresbildungen des Mainzer Beckens und die von Limberg in 2) die Brackwaſſerbildungen in Mitteldeutſchland, im Mainzer Becken, in auf der Inſel Wight; — 3) die dunkelblauen Septarienthone der M ſtehenden Foſſilien; (Neuſtadt-Magdeburg, Hermſtorf, Buckow, Freienwalt ſungen, Stettin, Görzig bei Köthen); außerdem Boom, Baeſele und Tongern — ferner bei Kreuznach; Meeresſandſtein bei Weinheim; — Meeresmolaſ und in Bayern; — die Nummulitenkalke mit Kohle an den Diablerets, Midi, dem Monte Bolca und bei Häring in Tyrol; — endlich die untere von Fontainebleau und Etampes.
	c. Oberes Oligocän. (Falunien inférieur od. Rupélien supérieur.)	Kalke von Beauce (?). — Gelbe und grüne Sande und Mergel bei Bünde im Osnabrückſchen, Dickholzen bei Hildesheim, Freeden bei Alfeld, Kr Crefeld, Lemgo; — Cyrenenmergel von Mainz und Süddayern; — Braunkoh des Niederrheins, Weſterwaldes und Krains bei Radoboy, Sotzka und Sag waſſerbildungen, Molaſſe und Nagelfluh von Lauſanne, Bevey, Thun u (Oberer Sandſtein von Fontainebleau), Sternberger Kuchen.

ertiärformationen. §. 400.

nach Beyrich:	Gruppen von Karl Mayer.		Abtheilungen von Alcide d'Orbigny.
fossilien.	Gruppen.	Hauptlagerorte und Ablagerungen.	
cuneiformis; Cevariabile; Ostrea cina; Cardium semi-; Panopaea interme-s depertita; Neritina Terebratulina tenui-Serpula spirulaea.	1. Soissons-Stufe.	Sand und plastischer Thon von Soissons; — die unteren Sande und Süßwasserkalke von Rilly im Pariser Becken und der plastische Thon ebendaselbst; — Mergel von Biarritz.	1. Etage suessonien u. 2. Etage parisien.
ilina planulata; a fusiforme; Eupata-s.	2. London-Stufe.	Londonthon; — obere Thone mit Braunkohlen von Meudon im Pariser Becken; — Meeressand von Cuisse Lamotte; — Nummulitenschichten der oberen Garonne.	
allites laevigata s; Pecten tripartitus; m giganteum; Turbellata u. sulcata; Voina, torulosa, athara; rsiformis, Cardium posfitra elongata; Natica enophora agglutinans; ampla.	3. Pariser Stufe.	Sande und Thone von Bagshot und Bracklesham bei London; — **Grobkalk von Paris.** — Nummulitenschichten von Kressenberg in den bayerischen Voralpen, sowie von Schwyz, Glarus und Appenzell.	
lites variolaria; ressa; Crassatella sulta spinosa; Rostellaria sus turgidus u. regurea flabellata; Typhis Oliva Branderi.	4. Barton-Stufe.	**Thon und Sand von Barton** auf der Insel Wight; — Süßwasserkalk von St. Ouen; — Sand von Beauchamp; — Nummulitenschichten der Rallig-stöcke, von Nizza und von Biarritz; — Wiener Sandstein zum Theil.	3. Etage tongrien.
speciosa; Cancellaria Conus procerus; Fusus l. egregius; Leiostoma atica Hantonensis var. Pleurotoma bellula; bullatum; Voluta su-Anomia alcestiana; cutellaria; Cytherea Modiola Nystii; Ostrea m; Pecten bellicostanobia compressa.	5. Ligurische Stufe.	In Frankreich Süßwasserbildungen mit Palaeotherium und Anoplotherium im Montmartregypse. In England oberste (Pembridge- und Osborne-) Schichten des Londoner Beckens; — in Belgien Meeressand von Lethen; — in Deutschland Sandablagerungen von Egeln, Biere und Aschersleben bei Magdeburg; Braunkohlen der Mark; Bernsteinformation Preußens; Bohnerzablagerungen Badens und Würtembergs; Flyschbildung Appenzells; Macigno Italiens.	
Deshayesiana; Fusus us; Astarte Kickxi; onvexa; Cancellaria rula elegans; Pleuro-osa; Rostellaria So-Cassidaria depressa; longatus; Cerithium Aporrhais speciosa; simulata; Natica glau-Corbula pisum und rdita Kickxii.	6. Tongrische Stufe.	**Thon mit Cyrena convexa bei Tongern** in Belgien; **Septarienthon** in Belgien, bei Kreuznach; — Meeresmolasse von Basel, Pruntrut, Delsberg; — untere Blättermolasse in Bayern; — Asterienkalke von Bordeaux; unterer Sandstein von Fontainebleau; — Nummulitenkalke mit Kohle von Häring, Monte Bolca, von der Dent du Midi und den Diablerets, sowie von Annecy und Gap.	3. Etage tongrien.
mpas Kleini; Pecten Pecten Hausmanni u. atangus Hoffmanni u.	7. Aquitanische Stufe.	Obere Süßwasserbildung von Paris u. Orleans (?). Cyrenenmergel von Mainz und Südbayern; Braunkohlen vom Westerwald, Niederrhein, Radoboy, Sotzka, Sagor; rothe Molasse vom Rigi, Thun, Vevey und Lausanne. — Oberer Sandstein von Fontainebleau. — Untere Faluns von Bordeaux. — Sternberger Kuchen.	

§. 400. **Vergleichende Zuſammen**

Formationenreihe nach Hörnes und Naumann.	Abtheilungen der einzelnen: Abtheilungen.	Charakter-Ablagerungen und Hauptlagerorte.
B. Neogene Formationen. **III. Miocän.**	**a. Miocän-Bolderien** und darüber das Falunien supérieur bei Bordeaux (Dieſtien der Belgier).	Die an der nördlichen Meeresküſte liegenden Thone von Dingden bei ſendrück, Steinbeck, Gülitz, Bockup in Mecklenburg, Sylt, Segeberg, Lüneburkohlen an der Rhön; — Cerithien- und Landſchneckenkalk von Mainz; — des Chiemſees. — Die **Tegelbildungen des Wiener Beckens** und zwa a. die Sande von Horn bei Loibersdorf, Möddersdorf, Mold, Eggenburg dorf mit Card. elongatum; — darüber: b. die Sande bei Grund, Gruſsbach, Ebersdorf, Weinſteig, Neudorf, Pöz die Schweizer Molaſſe z. Th.); die Küſtenbildungen des Nulliporen- un bei Gainfahren, Nuſsdorf, Grinzing, Steinabrunn, Nikolsburg, Rauſnit c. der Badener Tegel, deſſen Fauna ſich der Subapenninenbildung nähert
IV. Pliocän.	**b. Pliocän-Scaldesien** der Belgier.	1) In England an den öſtlichen Küſten der Grafſchaft Suffolk un **Cragbildungen;** zuunterſt der **Coralline-Crag,** grüne und gelblic untergeordneten Sand- und Kalkſchichten, aber ohne Corallenbänke, 0,59 nc rende Muſcheln enthaltend; über ihm der **rothe Crag,** eiſenſchüſſige Merg ſchichten mit 0,69 noch jetzt exiſtirenden Muſcheln; zuoberſt der **Rot** Sand, Schiefer, Lehm und Blätterthone mit 0,80 noch jetzt lebender Muſc Belgien der Muſchelſand bei Antwerpen. — 3) In Frankreich der renton und Perpignan. — 4) In Italien die blauen Mergel und loſ Subapenninenformation.

ertiärformationen. (Fortsetzung.) §. 400.

nach Beyrich:	Gruppen von Karl Mayer.		Abtheilungen von Alcide d'Orbigny.
tfossilien.	Gruppen.	Hauptlagerorte und Ablagerungen.	
	8. Mainzer Stufe.	**Cerithien- und Landschneckenkalk v. Mainz;** — Litorinellenkalk von Mainz, Wiesbaden, Oppenheim; — Süßwasserkalk von Ulm, Zwiefalten in Würtemberg und Kleinkems in Baden; — Braunkohlen der Rhön zum Theil; — Sande von Grund, Loibersdorf und Pötzleinsdorf u. s. w. bei Wien. — Untere Süßwassermolasse von Luzern und Bern; Süßwasserbildungen von Aix und Marseille; — marine Bildung von Baselland; — die Faluns der Touraine.	4. Etage falunien.
	9. Helvetische Stufe.	Sandsteinfindlinge von Schleswig-Holstein, Lübeck und Mecklenburg; — Braunkohlen des Niederrheins und der Wetterau zum Theil; — Muschelsandstein und Molasse von St. Gallen, Bern, Belpberg; Litorinellenkalk bei Mainz; — Cerithienschichten u. Leithakalk im Wiener Becken; — oberste Falunschichten bei Bordeaux.	
	10. Tortona-Stufe.	Blaue Mergel mit Conus canaliculatus und Ancillaria glandiformis von Tortona, Baden, Böslau und Möllersdorf bei Wien; die oberen schwefelhaltigen Mergel von Radoboy; — obere Süßwassermolasse der Schweiz; — Braunkohlen von Schoßnitz in Schlesien und der Rhön zum Theil; — Knochensand von Eppelsheim im Mainzer Becken.	
	11. Asti-Stufe.	Rother und Korallen-Crag von Suffolk und Norfolk. — Blaue Mergel des Départ. de la Manche; — Blättersandstein von Wiesbaden; die obere Süßwasser-Molasse der bayerischen Hochebene; der Sand von Asti und die Mergel der Subapenninen-Formation.	5. Etage subappennin.
	12. Sahara-Stufe.	Gelbe und blaue Sande von Asti in Piemont, Modena und Toscana; blaue Mergel und Sande der Subapenninen-Formation; Kalk von Messina; — Crag und Säugethierknochen von Norwich.	

I. Eocän-Formationen.

§. 401. **Ablagerungsräume, Bildungsmaſſen und Gliederung im Allgemeinen.** — Die unmittelbar über den Kreidegebilden lagernden Formationen des Eocäns Europas treten, ſoweit bis jetzt die geognoſtiſchen Unterſuchungen gelehrt haben, in zwei ganz verſchiedenen Bildungsräumen auf, nemlich

a. in einem nördlich gelegenen, von den Fluthen der Nordſee beſpülten (— **Nordſee-Eocänbildungen** —);

b. in einem ſüdlich vom mitteleuropäiſchen Gebirgslande gelegenen, von dem ehemaligen, vom atlantiſchen bis zum großen Oceane hin reichenden, Nummulitenmeere bedeckten Raume (— **Südſee-Eocänbildungen** —).

Jede von dieſen beiden Eocänbildungen hat ihre, nach Ablagerungsraum, Beſtandmaſſen und Organismenreſten verſchiedenen Eigenthümlichkeiten.

a. Die Nordſee-Eocänbildungen ſind vorherrſchend Buſen-, Becken- und Strandgebilde, beſtehen darum auch vorzüglich aus Ablagerungen von Geröllen (oder Conglomeraten), von loſem Sand oder mürben Sandſteinen, von Thonen, Mergeln und ſandigen oder mergeligen Kalkſteinen und enthalten hauptſächlich hart- oder dickſchalige, ſtark gerippte oder mit Höckern und Knoten beſetzte Schneckengehäuſe (ſo Cerithium, Typhis, Voluta, Natica, Neritina, Melania) und dickſchalige, zweimuskelige Muſcheln (— Venericardia, Crassatella, Cyrena, Ostrea, Chama —). Unter den in Europa am meiſten hervortretenden Nord-Eocänbildungen machen ſich am bemerklichſten einerſeits das von der Themſe und ihren Nebenflüſſen durchzogene Becken von London, das an der Südküſte Englands gelegene Hampſhire-Wightbecken und das, von der Schelde und ihren Nebenflüſſen durchfloſſene, belgiſche Eocäninſelgebiet, andererſeits aber das im nordfranzöſiſchen Kreidebecken liegende und namentlich von der Seine, Oiſe und Aisne durchzogene Becken von Paris.

b. Die Südſee- oder Südeocänbildungen ſind vorherrſchend Bildungen der offenen Tiefſee und beſtehen darum aus kieſeligen und thonigen Sandſteinen, vorzüglich aber aus einem Kalkſteine, welcher ſich theils aus Niederſchlägen von Kalklöſungen gebildet hat und dann kryſtalliniſch iſt, theils aus Kalkſchlamm und zermalmten Conchylienſchalen oder geradezu aus Foraminiferen- (Nummuliten-) Gehäuſen zuſammengeſetzt erſcheint; zeigen indeſſen da, wo das Meer in tiefeinſchneidenden Buchten von Alpeninſeln ſeinen Schutt abſetzte, auch Thonſchiefer, Sandſteine, mergelige Kalkſteine, Kalkſchiefer und Mergelſchiefer, zwiſchen denen dann theils Fucus-Arten in Menge, theils auch Braunkohlen-Ablagerungen vorhanden ſind. Die Südeocänformationen treten in Europa am Nord- und Südrande der Pyrenäen und Alpen, im liguriſchen Appennin und zu beiden Seiten der Karpathen u. ſ. w. auf.

Gliederung der Eocänformationen. §. 401.

	Nordeocän.			Südeocän in den Alpen, Pyrenäen und Apennin.		Allgemeine Leitfossilien.
	England (Themsebecken).	**Frankreich** (Seinebecken).	**Belgien.**			
a. Unteres Eocän.	**1) Thanet Sands:** Hellfarbiger, in seinen tiefsten Schichten glaukonitischer Meeressand.	**1) Sables du Soissonais inférieurs:** Glaukonitischer oder weißer Sand und Mergel mit Süßwasserconchylien.	1. Système landénien inférieur.			**a. Foraminiferen:** Nummulites laevigata und Num. planulata, auch Num. variolaria u. scabra.
	2) Woolwich-and Reading series: Dunkle plastische Thone im Wechsel mit weißen Sanden und Feuersteinties; Cyrena cuneiformis und Melania inquinata haltig.	**2) Argile plastique et lignite:** Weißer od. grauer Thon mit Braunkohlenlagern; darüber gelbl. u. blaugraue Thone, Sandschichten mit Cyrena cuneiformis u. Ostrea bellovacina haltigen Bänken.	2. Système landénien supérieur.			**b. Echiniden:** Nucleolites scutella Goldf. **c. Conchiferen:** Fimbria lamellosa Desh., Pholadomya Puschii, Corbula rugosa, Cardita imbricata und Cardita multicostata, Cytherea nitidula, Lucina mutabilis, Chama gigas, Ostrea gigantea. **d. Gastropoden:** Neritina conoidea, Natica sigaretina, Cerithium giganteum und Leymerici, Voluta ambigua, Turritella imbricataria, Rostellaria fissurella, Fusus longaevus und Fus. intortus, Terebellum convolutum, Pleurotoma clavicularis, Cypraea elegans.
	3) London-clay: Graue od. braune, zähe Thone mit Mergelknollen (Septarien) voll Organismenresten.	**3) Sables du Soissonais supérieurs u. lits coquilliers (Conchylienbänke):** Glimmerreiche od. glaukonitische Sande mit Nummulites planulata u. Nerita conoidea haltigen Muschelbänken.	3. Système yprésien inférieur und 4. Système yprésien supérieur.	**1) Unterste Nummulitenzone bei Biarritz und der Cordières an den Pyrenäen:** Graue od. bläuliche Mergel u. Kalksteine mit großen Nummuliten u. zahlreicher Serpula spirulaea, Eupatagus ornatus und Operculinen.		
b. Mittleres Eocän.	**4) Bracklesham- u. Bagshot-Sands:** Gelbe Quarzsande mit glaukonitischen, sandigen Schieferletten mit Nummulites laevigata u. Venericardia planicosta, auch Cerithium giganteum.	**4) Calcaire grossier (Grobkalk von Paris):** Sandige und mergelige, gelblichweiße oder glaukonitische, dünnschichtige Kalksteine mit Nummulites laevigata, Cerithium giganteum, Cassis cancellata, Conus deperditus, Venericardia planicosta und **Miliolithen.**	5. Système bruxellien.	**2) Zweite Nummulitenzone:** Feinkörnige bis dichte, oft fast nur aus Nummuliten bestehende, Kalksteine und gelbe oder glaukonitische Sandsteine mit zahlreichen Nummuliten **(Nummulitensandsteine).** Bei Sonthofen und am Kressenberg in Bayern; in der Schweiz am Bürgerstock und im Sihlthal u. s. w.		
c. Oberes Eocän.	**5) Barton-Thon:** Dunkle, sandige Thone mit Sphärosideritnieren.	**5) Sables moyens (mittlerer Meeressand).**	6. Système laekénien.	**3) Dritte Nummulitenzone** an den Nalligstöcken, am Niederhorn, bei Reichenhall.	**3) Flysch** (Fucoidensandstein), auch die Fischschiefer von Glarus.	
				4) Vierte Nummulitenzone bei Reit im Winkel, bei Ronca und an den Diablerets.	**4) Braunkohlen von Häring in Nordtyrol:** Kohlenflötze von australischen Pflanzen.	

§. 402. **Nähere Betrachtung der Nord-Eocänformationen.** — Während der Zeit der Eocänbildungen hing England noch mit Frankreich und Belgien zusammen, so daß die Strömungen der Nordsee auf ihrem kreisenden Zuge von Nord nach Süd und umgekehrt all den, durch sie den umliegenden Kreidegebieten geraubten, Steinschutt und Erdschlamm da, wo sie durch Meerbusen, Halbinseln und Inseln in ihrer Strömung aufgehalten wurden, absetzen mußten; die Gerölle und den Sand zuerst an den vorragenden Halbinseln und klippigen Strandgebieten, dann den Erdschlamm im Innern der Busen, auf dem durch den Sand erhöhten Meeresboden und da vorzüglich, wo in den Busen die Meeresfluthen sich mit den schlammreichen Flüssen des Landes mischten und diese durch Stauung zum Absatze ihres thonigen und kalkigen Schlammes nöthigten. In dieser Weise mußten also die Nordseeformationen dreierlei Ablagerungsmassen erhalten, nemlich Meeressande, Brackwassergebilde, welche vorherrschend aus zähen Thonen, sandigen Thonen, Mergeln und sandigen, und mehr oder weniger thonhaltigen Kalken bestehen, und Flußwassergebilden, welche namentlich aus Süßwasserkalken und Kalkmergeln zusammengesetzt erscheinen. Unter diesen Ablagerungsmassen nun zeigen sich die Thone und ihre sandigen Zwischenschichten vorzüglich da, wo Flüsse im Innern der Meeresbusen ihren Schlamm ungestört absetzen konnten; die Kalke aber nur da, wo in dem Inneren der rings vom kalkspendenden Kreidegebiete umgebenen Eocänbusen sich noch ein tiefer Meerestümpfel fand, welcher nicht blos Flußwasser in sich aufnahm, sondern auch noch durch Kanäle mit dem Außenmeere, namentlich mit der eocänischen Südsee, in Verbindung stand und durch diese Meeresconchylien, vorzüglich Nummuliten, zugefluthet erhielt, wie dieses z. B. der Fall war bei der südenglischen, in Hampshire abgelagerten und im Seine-Becken befindlichen Eocänbildungen.

Alles dieses vorausgesetzt treten nun, wie im vorigen Paragraph schon angegeben worden ist, unter den Nord-Eocänformationen zwei hervor, nemlich:

1) die im südlichen England gelegene Eocänformation, welche
   a. das Themse- oder Londonbecken;
   b. den Hampshirebusen und die Insel Wight;
   c. den Busen von Belgien
   umfaßt;
2) die in Frankreich gelegene Eocänformation, welche namentlich im Seine- oder Pariser Becken mächtig entwickelt auftritt.

Unter diesen beiden Eocängebieten ist das englische vorzüglich durch die massige Entwickelung von plastischem Thon und durch seinen Mangel an Grobkalk, das französische aber durch die mächtigen Ablagerungen von Grobkalk ausgezeichnet. Außerdem gehört unter den englischen Eocängebieten das nördlich von der Straße von Calais gelegene Themsebecken den Bildungen der nummulitenarmen Nordsee, der nordwestlich von der Straße von Calais gelegene eocäne Hampshirebusen dem nummulitenreichen Südmeere an.

A. **Die englische Eocänformation im Themsebecken.** — Dieses Becken, welches in seiner ganzen Länge von der Themse durchflossen wird,

ziemlich in ſeiner Mitte London trägt und nordöſtlich bis in die Gegend von Harwich reicht, öſtlich aber die Halbinſel Thanet (Ramsgate, Sandwich, Canterbury) umfaßt und ſüdwärts durch die Wealden- und Kreidehügel von Suſſex, Surrey, Berkſhire und Wiltſhire von dem Eocän in Hampſhire getrennt erſcheint, — zeigt von unten nach oben folgende Ablagerungszonen: §. 402.

1) Den Thanet-Sand, einen in ſeinen tiefſten Schichten mit Glaukonitkörnchen erfüllten, dunkelgrünen, nach oben aber weißlichen, hie und da etwas thon- oder kalkhaltigen Quarzſand, welcher auf der Halbinſel Thanet unmittelbar über der Kreide lagert und daſelbſt eine Mächtigkeit von 60—90 Fuß (bei Canterbury) zeigt, nach dem Innern des Themſebeckens aber immer ſchwächer wird und zuletzt ſich ganz auskeilt. Unter ſeinen im Allgemeinen ſpärlichen Foſſilien tritt noch am meiſten Cyprina Morrisii Sow. hervor. — Ueber ihm lagert

2) die Woolwich and Reading-Series, ein Schichten-Complex, welcher namentlich weſtwärts von London (bei Reading) ſtark entwickelt iſt und zuunterſt aus marinen Sanden und Thonen mit Ostrea bellovacina Lam., darüber aus einer, — Paludinen, Cyrena cuneiformis, Cerithium variabile, Melania inquinata u. ſ. w. enthaltenden und Braunkohlenlager einſchließenden — Süß- und Brackwaſſerbildung und zuoberſt wieder aus marinen Sanden und Thonen beſteht.

3) Ueber dieſem Schichtencomplex lagert nun weiter in der Umgebung von London und namentlich öſtlich von dieſer Stadt der Londonclay, eine faſt homogene, aus braunem oder bläulichgrauem, ſehr viele Zwiſchenlager von Mergelnieren (Septarien) umſchließenden und oft auch Eiſenkies und Gypskryſtalle enthaltenden, fetten Thone beſtehende Ablagerung, welche auf der Inſel Sheppey 500 Fuß und bei London noch über 100 Fuß mächtig iſt, dann aber weiter nach Weſten immer ſchwächer wird und bei Marlborough ſich gänzlich auskeilt.

In dem Londonthone und vorzugsweiſe in ſeinen Mergelſeptarien ſind zahlreiche Organismenreſte vorhanden. So finden ſich namentlich in der wohl an 500 Fuß mächtigen Thonablagerung der Inſel Sheppey (— vor der Themſe-Mündung —) eine große Menge von Blättern und verkieſten Früchten tropiſcher Gewächſe. — Von Thierreſten ſind hauptſächlich zu bemerken:

a. Wirbelthiere: Säugethiere (Lophiodon, Hyracotherium und andere), Vögel, 21 Reptilienarten, darunter ein Krokodil, eine große Seeſchlange, viele Schildkröten, 83 Arten Fiſche;

b. Wirbelloſe Thiere: 224 Mollusken, darunter mehrere Arten Nautilus (Naut. oder Aturia zickzack Sow., Naut. imperialis und regalis Sow.); zahlreiche Gaſtropoden, darunter vorzüglich Conus concinnus, Natica sigaretina Sow., Cerithium Charlesworthii Prestw., Turritella imbricataria Lam., Rostellaria lucida Sow. und Rost. macroptera Brand., Fusus bifasciatus und interruptus Sow., Voluta nodosa

§. 402. und denudata Sow., Pleurotoma prisca und colon Sow.; viele Conchiferen, ſo Pholadomya margaritacea Sow., Pectunculus decussatus Sow., Nucula amygdaloides Sow., Panopaea intermedia Sow., Corbula globosa Sow., Avicula papyracea Sow. u. ſ. w., — aber keine Nummuliten.

4) Ueber dem Londonthon lagert ſüdlich von London und namentlich bei Bagſhot in Surrey ein 400 bis 500 Fuß mächtiges, ödes Sandgebiet, welches unter dem Namen des Bagſhotſandes berüchtigt iſt, vorherrſchend aus gelbem Quarzſande beſteht und eine 30 bis 36 Fuß mächtige Einlagerung von dunkelgrünem glaukonitreichen Sand, Schieferletten und buntem Thon umſchließt, welche ſtellenweiſe Pflanzenreſte enthält.

In Suſſex und auf der Inſel Wight lagert auf dem Bagſhotſand der Brackleſham-Sand und über dieſem die 5. Etage des engliſchen Eocän, der Barton-Sand (ſiehe die folgende Eocänformation des Hampſhire-Buſens und der Inſel Wight).

B. **Die Eocänformation im Hampſhire-Buſen und auf der Inſel Wight.** — Dieſe Formation hat zwar mit dem Themſebecken-Eocän die mächtigen Sand- und Thonablagerungen, ſowie auch viele Foſſilien-Arten gemein, nähert ſich aber trotzdem durch ihre Organismenreſte, namentlich durch das Vorkommen von Nummuliten, Cerithien und oft zahlreichen Reſten von tropiſchen Pflanzengeſchlechtern, mehr dem Süd- oder Seine-Eocän, ſo daß man ſie als eine Vermittelungsformation zwiſchen dem Nord- und Südeocän betrachten kann. Sie füllt den flachen Buſen von Hampſhire aus und erſtreckt ſich von Brighton bis in die Gegend von Dorcheſter, tritt aber außerdem noch in der Nordhälfte der Inſel Wight mächtig entwickelt unter dem Oligocän dieſer Inſel hervor. In ihrem nördlichen Gebiete zeigt ſie noch Spuren des Londoner Thanetſandſteins, weiter ſüdwärts aber und namentlich auf der Inſel Wight bildet, unmittelbar über der Kreide lagernd, die Woolwich- und Reading-Series ihre unterſte Ablagerungsmaſſe. Dieſe beſteht auf Wight vorherrſchend aus reinen, zähen, bunten Thonen mit Zwiſchenlagern von Sand und Geröllen. Ueber dieſer Ablagerungsmaſſe folgt nun der Londonthon, mit welchem die nummulitenloſen Eocänſchichten ihren Schluß erreichen; denn über dieſem Thone folgen nun Ablagerungscomplexe, welche Nummuliten enthalten und ſich ſchon hierdurch trotz ihrer petrographiſchen Aehnlichkeit mit dem Themſe-Eocän mehr dem Seine-Eocän anſchließen, weshalb auch Preſtwich die nun folgenden Schichtengruppen Paris-Tertiary-Group nennt.

Ueber dem Londonthone folgt, ähnlich wie im Themſebecken, der Schichtcomplex des Bagſhotſandes, welcher namentlich auf der Inſel Wight in der Whitecliff-Bay ſehr ſtark (— bis 700 Fuß mächtig —) entwickelt iſt und daſelbſt zuunterſt eine vielfache Wechſellagerung von weißgrauen Sandſchichten mit weißen Thonſchichten, darüber eine Sandſteinbank, dann eine mächtige Ablagerung von gelbem, glimmerigem Sand, weiter eine Schicht von Feuerſteingeröllen und endlich eine Decke von grauem Thon, Schieferthon und braunem Thon mit Gypskryſtallen zeigt. Auf der Weſt-

seite der Insel in der Alum-Bay lagert in diesem Schichtcomplex eine §. 402.
6 Fuß mächtige Pfeifenthonschicht, welche reich an tropischen Pflanzen, namentlich an Leguminosen (Cäsalpinien), Sycomoren, Aralien und Feigen (Ficus Forbesii, Fic. Bowerbankii u. s. w.) ist. — In seinen oberen Schichtmassen besteht dieser Bagshotsand, sowohl auf der Insel Wight wie auch in Sussex namentlich in der Bracklesham-Bay bei Chichester aus einem, 500 — 600 Fuß mächtigen Complex grüner Sande und sandiger Thone, welche zahlreiche Fossilienarten des Pariser Grobkalkes — so namentlich Nummulites laevigata und variolaria, Cerithium giganteum, Turritella imbricataria und terebellata, Pectunculus pulvinatus u. s. w. — enthalten. Man hat diese obere Schichtreihe nach ihrem Hauptentwickelungsorte Bracklesham-Sand genannt.

Ueber diesem Bracklesham-Sande lagert namentlich in der Alum-Bay auf der Insel Wight und ihr gegenüber am Barton-Cliff und High-Cliff, sowie überhaupt in der Umgegend von Cristchurch in Hampshire eine 300 Fuß mächtige Ablagerung von grauem oder dunkelgrauem, reinem oder sandigem Thon mit zahlreichen Sphärosideritseptarien, welcher Barton-Thon genannt wird und zahlreiche Fossilienarten der sables moyens und auch des Grobkalkes im Seinebecken, — so namentlich Nummulites variolaria und Num. Prestwichiana — enthält. — Auf diesem Thone endlich lagert der reine weiße obere Bagshotsand. An der Whitecliff-Bay auf der Insel zeigen sich die Eocänglieder so abgelagert, wie das beifolgende, von Forbes entlehnte, Profil zeigt (Fig. 406).

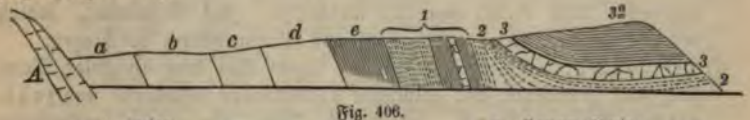


Fig. 406.

A. Kreide.
a. Woolwich- und Reading-Series.
b. Londonthon.
c. Unterer Bagshotsand.
d. Brackleshamsand.
e. Barton-Series.
1. Headon-Series.
2. Osborne-Schichten.
3. Bembridge-Kalk.
3a. Bembridge-Mergel.

C. **Die Eocänformation in Belgien.** — Das Eocängebiet Belgiens liegt in dem Landesraume, welchen eine von Lille über Tournay, Nivelles, Löwen, Brüssel, Gent, Brügge, Ypern und Lille gezogene Linie umgrenzt. Es wird von der Schelde und ihren Nebenflüssen durchzogen, erscheint namentlich in den Flußthälern vielfach von Alluvionen überdeckt, so daß es in einzelnen Inseln aus den letzteren hervortritt, und grenzt südwestlich an das französische Eocän von Lille, Arras und Valenciennes, westwärts aber an den Canal von Calais, jedoch in der Weise, daß es jenseits dieses Canales mit dem Eocän sowohl der englischen Südküste wie auch des Themsebeckens zusammenhängt und gewissermaßen wenigstens nach seinen vorherrschend aus Sand, Thon und untergeordneten Sandsteinen bestehenden Ablagerungsmassen als eine Fortsetzung, namentlich des südenglischen Eocäns zu betrachten ist, welchem aber auch aus dem Seinebecken Massen und Fossilien zugefluthet worden sind.

Nach Dumont beſteht nun das belgiſche Eocän von unten nach oben aus folgenden Schichtenſyſtemen:

1) Zuunterſt lagert das, — nach der Eiſenbahnſtation Landen, ſüdöſtlich von Tirlemont — benannte Système landénien inférieur, welches von unten nach oben aus grauem Thonmergel, Glaukonitſand und weißem, thonigem, weichem Kalktuff (Tuffeau) beſteht.

2) Ueber dieſem Syſteme folgt bei Jauche, Huppay, Mons und Tirlemont das Syst. landénien supérieur, welches unten aus gelbem und weißem Sande mit einem Braunkohlenflötze und dicotyledoniſche Pflanzenreſte haltigem Schieferthone und oben aus weißem Sande und hartem, kieſeligem Sandſteine beſteht.

3) Nun folgt von Ypern an bis oſtwärts über Brüſſel hinaus das Syst. yprésien inférieur, welches aus einer ſehr mächtigen Ablagerung von gelblichbraunem, oft bläulich geſtreiftem, Thone beſteht.

4) Ueber dieſem Thone zeigt ſich nun das Syst. yprésien supérieur, welches reich an Nummuliten (Num. planulata) iſt, namentlich aus Schichten von Thon, grünem und gelbem Sande und hartem Sandſteine (z. B. am Berge Paniſel bei Mons; daher auch der Namen S. paniselien) beſteht, aber auch vollſtändige Nummulitenkalkſtein-Schichten (z. B. bei Mons-en-Pevelle, ſüdlich von Lille) enthält.

5) In der Umgegend von Brüſſel folgt nun das Syst. bruxellien, welches vorherrſchend aus Sand und Sandſtein beſteht, ſehr reich an Conchylien des Pariſer Grobkalkes und des Bracklesham-Sandes iſt und in ſeinen oberen Schichten zahlreiche Nummuliten (Num. laevigata und Num. scabra) umſchließt. Bei Grönendal, ſüdlich von Brüſſel, iſt dieſer Sand ganz von Brauneiſenerz durchzogen.

6) Bei Laeken, nördlich von Brüſſel, lagert über dem Brüſſeler Sand das, aus grünlichen und gelblichen Sandſchichten beſtehende und zahlreiche Nummuliten, namentlich Num. variolaria, enthaltende Syst. laekénien, welches ſeinen Foſſilien nach dem Bartonthone und den sables moyens parallel iſt und das belgiſche Eocän nach oben abſchließt.

§. 403. **Fortſetzung.** — C. **Das Pariſer- oder Seine-Becken.** — Rings von den oberen Gebilden der Kreideformation umſchloſſen erhebt ſich ein ſanftwellenförmiges, 400 bis 700 Fuß hohes, Hügelland, welches von Oſt nach Weſt quer durch von der Loire und der Seine mit ihren Nebenflüſſen durchzogen wird. Dieſes Hügelland wird von lauter Ablagerungen der Tertiärformationen und zwar in der Weiſe zuſammengeſetzt, daß nördlich von der Seine vorherrſchend das Eocän, ſüdwärts von dieſem Fluſſe und von der Marne das Oligocän und weiter ſüdwärts von dieſem letzteren zu beiden Seiten der Loire das Miocän abgelagert erſcheint.

Das Eocän, welches nach dem eben Angedeuteten ſich mit ſeiner Hauptmaſſe zunächſt um Paris herum, dann aber namentlich im Gebiete der Oiſe und Aisne ausbreitet, ſteht nach Nordweſt mit den eocänen Ablagerungen Südenglands, nach Nordoſt mit den Eocängebilden der Schelde und Belgiens, nach Südweſt aber mit den Tertiärgebilden der

Loire in Verbindung und erhielt ſein Hauptbildungsmaterial theils §. 403.
durch die Fluthen der Nordſee, theils durch die Strömungen des Nummuliten- oder Südmeeres, theils auch durch die in das Pariſer Becken einmündenden Flüſſe des umliegenden Kreidegebietes. In Folge davon ſind auch die im Seine-Eocän entſtandenen Ablagerungen theils Süß-, theils Brack-, theils Meerwaſſerbildungen. Unter dieſen Bildungen treten namentlich mächtige Ablagerungen von Sanden, hellgefärbten, meiſt ſandigen Nummuliten, Milioliten und Cerithien haltigen, Kalkſteinen, Mergeln und kalkigen Sandſteinen hervor, während die Thone mehr zurücktreten — ein Umſtand, durch welchen ſich das Seine-Eocän von dem engliſchen und belgiſchen ebenſo wie durch ſeinen Reichthum an Foraminiferen (Milioliten und Nummuliten), Cerithien, Voluten u. ſ. w. unterſcheidet.

Die in dem Seine-Eocän auftretenden Ablagerungen nun laſſen ſich von unten nach oben in folgende Etagen vertheilen:

I. In die Etage des unteren Sandes (unterer Sand von Soiſſons, daher nach d'Orbigny: Etage suessonien).

1) Dieſe beginnt bei dem Dorfe Rilly (1 Meile ſüdlich von Rheims) mit einer Süßwaſſerbildung, welche zuunterſt aus gelbem und weißem Sand (7 Meter m.) und darüber aus einer, 2 Meter mächtigen, Land- und Süßwaſſer-Conchylien (Physa gigantea und Paludina aspera) enthaltenden, gelblichen Mergelkalk-Ablagerung beſteht. Ueber dieſer Ablagerung lagert bei Bracheux unweit Beauvais, bei Compiègne, Soiſſons, Rheims, Epernay, Laon und anderen Orten grauer, oft glimmeriger und glaukonitiſcher Meeresſand (Sand von Bracheaux), welcher hie und da nach unten in eine Art feſten Thonſteins übergeht, 12 bis 30 Meter mächtig und nach oben von Lignit führenden Thonen bedeckt iſt.

Dieſe Etage wird bezeichnet durch Cyprina scutellaria Desh., Pectunculus terebratularis Lam., Cucullaea crassatina Lam. (Fig. 407), Cardita pectuncularis Desh. und Teredina personata Desh. In ihren oberen Ablagerungen zeigen ſich indeſſen auch Brackwaſſer-Conchylien (Cyrena, Cyclas, Neritina und Melanopsis). Außerdem hat man in dieſer Etage auch Reſte eines bärenartigen Säugethieres (Arctocyon primaevus Blainv.) gefunden.

Fig. 407.
Cucullaea crassatina.

2) Ueber dem, im ganzen nördlichen Gebiete des Seinebeckens vorkommenden, Sande von Bracheux lagert plaſtiſcher Thon, Sand und Braunkohle (Zone des Argile plastique et lignite). Dieſe, 20 bis 50 Meter mächtige, theils limniſche, theils fluviomarine, Zone beſteht zuunterſt aus weißem oder grauem, plaſtiſchem Thone, darüber aus Lagern und Stöcken

§. 403. von Braunkohlen und zuoberſt aus wechſelnden Schichten von gelblichem oder dunklem, unreinem Thon, gelblichem oder dunkelgefärbtem Sand und Muſchelbänken, von denen die unteren namentlich Cerithien und Cyrenen, die oberen aber vorzüglich Oſtreen (Ostrea bellovacina) enthalten.

Außerdem hat man in dieſer Zone auch Körperreſte von Schildkröten, Krokodilen und Säugethieren (Lophiodon und Anthracotherium) gefunden.

3) Ueber der Zone des plaſtiſchen Thones folgt das oberſte Glied der unteren Eocän-Etage, nemlich der obere Sand von Soiſſons (Sables du Soissonais supérieurs oder Sand von Cuiſe-Lamotte, z. Th. auch die lits coquilliers d'Archiac's). Dieſe, namentlich bei dem Dorfe Cuiſe-Lamotte, öſtlich von Compiègne, ſtark entwickelte, aber in der Umgegend von Paris ganz fehlende, Zone beſteht vorherrſchend aus gelbem und glimmerigem oder grünem, glaukonitiſchem, loſem Sande, welcher häufig Sandſteinknollen einſchließt und namentlich in ſeinen oberen Lagen zahlreiche Exemplare von Nummulites planulata (Fig. 408), außerdem aber auch Crassatella ponderosa Nyst. (Fig. 409), Cytherea laevigata Lam., Neritina conoidea Lam. (Fig. 410), Turritella imbricataria Lam. (Fig. 411), Terebellum fusiforme (Fig. 412) u. ſ. w. enthält.

Fig. 408. Nummulites planulata.

Fig. 409. Crassatella ponderosa.

Fig. 412. Terebellum fusiforme.

Fig. 411. Turritella imbricataria.

a b c

Fig. 410. Neritina conoidea.
a Untere, b obere, c ſeitliche Anſicht.

Die halbkuglige auf der flachen Seite (a) mit halbkreisförmiger, abgeplatteter, kleiner, meiſt gezähnelter Mündung verſehene Schale hat nur ein ſehr kleines Gewinde (b) und zeigt die Geſtalt eines niedrigen, ſchiefen Kegels (c); Unterſeite mit einem ſtarken Wulſte. Wird bis 6" groß.

II. In die Etage des Grobkalkes (calcaire grossier), welche von unten nach oben vier Ablagerungszonen bemerken läßt: §. 403.

1) Untere oder glaukonitiſche Grobkalkzone, welche namentlich bei Laon, Soiſſons und überhaupt in den Departements der Oiſe und Aisne entwickelt auftritt und zuunterſt aus einem lockeren, mürben, Quarzkörner und Glaukonit haltigen, Sandſtein, darüber aber aus einem ſehr weichen, gelben, oft in Wechſellagerung mit ſandigen Schichten befindlichen Kalkſteine beſteht und viele Exemplare von Nummulites laevigata (Fig. 413) und Nummulites scabra, Lunulites urceolata, Chama calcarata (Fig. 414), Corbis pectunculus Lam. (Fig. 415), Corbis lamellosa Desh. (Fig. 417), Card. gigas Desh. u. Lucina contorta Defr. enthält.

2) Ueber dieſer Zone folgt der mittlere Grobkalk, welcher namentlich bei Grignon, Damery und Parnes ſehr entwickelt iſt, 10 bis 20 Meter mächtig erſcheint und vorherrſchend aus gelblichem oder weißlichem, bisweilen ſandigem Kalkſteine, welcher namentlich in ſeinen unteren Schichten zahlreiche Exemplare von Cerithium giganteum (Fig. 416) enthält und oft auch ganz erfüllt iſt von kleinen Foraminiferen oder ſogenannten Miliolіten.

Unter den übrigen zahlreichen Foſſilien, welche namentlich in den unteren Schichten des mittleren Grobkalkes vorkommen, erſcheinen namentlich bezeichnend: Crassatella plumbea Desh. (Cr. ponderosa Nyst.), Corbis lamellosa Lam. (Fig. 417),

Fig. 413.
Nummulites laevigata.

Fig. 414.
Chama calcarata.

1/2

Fig. 417.
Corbis lamellosa.

1/5

Fig. 415.
Corbis pectunculus.

Fig. 416.
Cerithium giganteum (verkleinert).

Lucina gigantea Desh., Cardita imbricata Desh., Cardium porulosum Lam. (Fig. 418), Cardium gigas Defr., Cerithium giganteum Lam. (Fig. 416), Cerith. serratum Lam., Cer. hexagonum Brug. (Fig. 419), Turritella imbricataria Lam. (Fig. 411), Conus depertitus Lam.

Fig. 418. Cardium porulosum.

Fig. 419. Cerithium hexagonum Brug.

3) Bei Senlis, Aubigny, Vauciennes und anderen Orten lagert über dem Milioliten-kalk der obere Grob- oder Cerithienkalk, ein dünnschichtiger, gelblicher, fester oder mürber Kalkstein voll der verschiedenartigsten Cerithien (Cerithium cinctum Brug., Cer. cristatum Lam., Cer. Prevosti, Cer. angulosum Lam., Cer. denticulatum Lam. u. a.). Und über dieser Cerithienzone folgt

4) namentlich in den Departements der Oise und Aisne als oberstes Glied der Grobkalketage eine nach unten aus fossilienreichen Mergeln (Caillasses), röthlichem Kalkstein und Sand, nach oben aber aus Thonschichten und gelblichen, meist kieseligen und oft mit Hornsteinlagen wechselnden Kalksteinen gebildete, Zone, welche hauptsächlich in ihren unteren Schichten Brack- und Süßwasser-Conchylien (Cerithium, Corbula anatina Lam., Paludina pusilla Desh. und Cyclostoma mumia Lam.) enthält;

III. In die Etage des mittleren Meeressandes (Sables moyens, grès de Beauchamp), welche von Epernay bis an die Grenze der Departements der Eure und unteren Seine bekannt ist und bei la Ferté-sous-Jouarre, Pavant, Château-Thierry, Neuilly u. s. w. sehr vollständig entwickelt erscheint. Sie besteht nach Goubert von unten nach oben

1) aus weißem Quarzsand mit abgescheuerten Fossilien, zahlreichen Kreide- und Grobkalkgeschieben und äußerst zahlreichen Nummuliten (Num. variolaria) und Korallen;

2) aus Sand mit frischen Fossilien, aber nur mit wenigen Korallen und ohne Nummuliten; über demselben aus Sandsteinen und zuoberst aus sandigen, festen Kalksteinen;

3) über den Kalksteinen aus sehr feinem, thonigem oder kalkigem, Sand und Kalkmergel.

§. 404. **Nähere Betrachtung der Süd-Eocänformationen.** — Das bis jetzt betrachtete englische, belgische und nordfranzösische Eocän ist ein Becken- und Busen- oder Binnenseegebilde; die nun zu beschreibenden Süd-Eocänformationen dagegen haben sich zum größten Theile im Bette eines großen,

— an der Südseite der beim Beginne der Tertiärperiode vorhandenen, §. 404.
nordeuropäischen und nordasiatischen Continentalmassen gelegenen und das atlantische Meer mit dem großen Oceane verbindenden — Meeres gebildet. Kein Wunder daher, daß die aus dem Schooße dieses colossalen Oceanes emporwachsenden Eocängebilde in vieler Beziehung anderer Natur sein mußten, als die Becken- und Busengebilde des Nord-Eocän, daß zwischen diesen beiden Eocänablagerungen ein ähnliches Verhältniß stattfinden mußte, wie zwischen der nordeuropäischen Trias und der alpinen Trias.

Wie aus der im §. 401 angegebenen Gliederung der Eocänformationen hervorgeht, so ist auch das Südeocän um zwei Bildungsperioden jünger als das Nordeocän und gehört seiner Hauptmasse nach dem mittleren und oberen Eocäne an.

Je nach ihren Ablagerungsräumen sind unter den Südeocänbildungen dreierlei Gebilde zu unterscheiden:

1) Tiefseegebilde, welche vorherrschend aus den schon im §. 365 beschriebenen Kalksteinen, — welche häufig als wahre Aggregate von zusammengekitteten, pfennig- bis thalergroßen, Nummuliten, (— daher: Nummulitenkalksteine [Fig. 397, S. 1117] —) zu betrachten sind und oft auch von Rotheisenerz ganz durchdrungen erscheinen — und aus quarzigen oder thonigen, grauen, braunen oder grünen, bisweilen auch grün- und weißgefleckten und dann Grünsteinen ähnlichen, häufig auch zahlreiche Nummuliten und Orbitoliten haltigen Sandsteinen (— Nummulitensandsteinen —) zusammengesetzt sind;

2) Tiefseebusengebilde, welche in den tiefen, steilwandigen Busen der älteren Eocän- und Kreideinseln entstanden sind und hauptsächlich aus Flyschgesteinen d. h.

   a. aus dunkelgefärbten, Thonschiefern ähnlichen, Schiefern (eigentlichem Flysch);

   b. aus plattenförmigen, meist auch dunkelfarbigen Sandsteinen (Flyschsandstein)

   bestehen und durch die zahlreichen Abdrücke von Fucoiden aus den Geschlechtern Chondrites und Münsteria, sowie auch durch ihre Helminthoiden ausgezeichnet sind;

3) Binnensee- oder Süßwasserbildungen, welche in Becken über den eben genannten Eocänbildungen auftreten und vorherrschend aus sandigen Schieferthonen, Kalkschiefern und Mergeln bestehen, Braunkohlenflötze einschließen und durch zahlreiche Reste von tropischen Pflanzengeschlechtern charakterisirt werden.

Nach den in diesen Gebilden am meisten vorherrschenden Organismenresten hat man demnach auch dreierlei Südeocänformationen zu unterscheiden, nemlich

1) die Nummulitenformation, welche das Fundament und die Hauptmasse des ganzen Süd-Eocäns bildet;

2) die Flyſch- oder Fucoidenformation, welche erſt in der oberen Nummulitenformation auftritt;

3) die Eocän-Braunkohlenformation, welche die oberſte Etage des Eocäns einnimmt und den Uebergang zum Oligocän bildet.

§. 405. **Fortſetzung.** — a. **Die Nummulitenformation oder das alpine Eocän.** — Dieſe eocäniſche Formation umgürtet mit ihren Ablagerungen zunächſt das ganze mittelländiſche und ſchwarze Meer und beſetzt dann alle Landesgebiete Aſiens zwiſchen dem 25° und 40° nördlicher Breite bis nach Japan hin. In Europa bildet ſie häufig in Gemeinſchaft mit den oberen Tertiärformationen die nördlichen und ſüdlichen Vorgebirgsketten der Pyrenäen, Apenninen (z. Th.), Alpen und Karpathen. Indeſſen erſcheinen ihre Ablagerungen in dieſen Zügen, und namentlich in den Alpen, auf die mannichfachſte Weiſe auseinander geriſſen, zerdrückt, verſchoben und in ungleiche Niveaux gehoben, da kurz nach ihrer Entſtehung ihre aus Kreide-, Jura- und Triasgebilden beſtehende Unterlage oder mit anderen Worten die Hauptmaſſen des Alpengebirges, (— von welchem hier vorzugsweiſe die Rede iſt —) mit der ſtärkſten Gewalt über dem Meeresſpiegel emporgetrieben wurden. In Folge dieſer mannichfachen Zerreißung würde man die Zueinandergehörigkeit der einzelnen Nummulitenſchollen oft kaum beſtimmen können, wenn nicht die in ihren verſchiedenen Ablagerungszonen vorhandenen Organismenreſte die Alters- und Lagerungsfolge derſelben bezeichneten. Je nach dieſen Organismenreſten nun zerfallen die ſämmtlichen Nummulitenzonen in die vier, – ſchon auf der Gliederungstafel zu §. 401 angegebenen — Nummulitenetagen.

1) Die unterſte und älteſte dieſer Nummulitenzonen, welche am Nordfuße der Pyrenäen in der Umgebung von Biarritz als die unterſte Zone der an 3000 Fuß mächtigen Nummulitenformation verbreitet iſt, entſpricht dem Londonclay und den Sables des Soissonais supérieurs und beſteht aus zwei Etagen, deren untere vorherrſchend von unten nach oben

α. aus mergeligem und ſandigem, gelblichem oder bläulichem Kalkſtein mit zahlreichen Serpula spirulaea (Fig. 420), Nummulites biarritzina (Fig. 421) und Echinanthus sopitianus;

Fig. 420. Serpula spirulaea.

Fig. 421. Nummulites biarritzina.

β. aus bläulichgrauem Kalkſteine mit Ostrea rarilamella, Orbitolites sella d'Arch., Nummulites planulata und vielen Echiniten (Cidaris subularis d'Arch., Echinolampas);

Fig. 422. Eupatagus ornatus.

γ. aus bläulichen Mergeln mit Serpula spirulaea (Fig. 420), mehreren Nummuliten und Orbitoliten, Turbinolia calcar ꝛc. besteht; während die obere Etage meist aus sandigem, weichem Kalksteine mit Nummulites intermedia und Eupatagus ornatus (Fig. 422) und darüber aus grauem und gelbem Sandstein und Sand mit äußerst zahlreichen Operculinen (Operculina ammonea [Fig. 423]), den Vertretern der Nummuliten, zusammengesetzt erscheint.

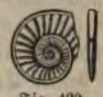


Fig. 423. Operculina ammonea.

2) Die zweite Nummulitenzone, welche vorzüglich in der Ostschweiz, — im Bürgerstock und im Sihlthal, im hinteren Linth- und Seruf-thal — in den südbayerischen Alpen vom Kressenberge bei Sonthofen bis zum Grünten hin entwickelt ist, enthält die Fauna des Grobkalkes von Paris, namentlich Nummulites laevigata, (siehe Fig. 413, S. 1151) besteht vorherrschend aus glaukonitreichen, dunkelgrünen oder braunen, eisenschüssigen Nummulitensandsteinen, so bei Dornbirn und Fähnern in der Sentisgruppe und am Kressenberge, oder dunkelen oder rothen Mergelkalksteinen und umschließt oft Lager von Roth-eisenerzen und raseneisensteinähnlichen, oolithischen Eisenerzen (z. B. am Kressenberge und im Thale von Delsberg).

3) Die dritte Nummulitenzone, — welche in der Schweiz von den Diablerets an den westlichen Rand der cretacëischen und jurassischen Alpenzüge des Berner Oberlandes bis zum Thuner See hin bildet, dann weiter vom nördlichen Ufer dieses Sees an von den Ralligstöcken bis zum Pilatus hin einen fast ununterbrochenen Zug zwischen dem Neocom und Flysch bildet, und endlich vom nördlichen Ufer des Urner Sees an sich nach NO. bis in die Nähe des Wallensees erstreckt; in den deutschen Alpen aber mehr inselförmig über den triassischen und jurassischen Ablagerungen zwischen Lech, Isar, Inn und Salzach auftritt, und dann weiter am Nordrande der österreichischen Alpen bis in die Umgegend von Wien streicht — besteht vorherrschend aus dem schon früher beschriebenen Nummulitenkalkstein, welcher in einzelnen Schichten fast ganz aus pfennig- bis thalergroßen Nummuliten (namentlich Num. variolaria [Fig. 424] gebildet erscheint, und in seinen oberen Lagen aus einem granitartig gefleckten, von zahllosen kleinen Korallen erfüllten, sandigen Kalksteine (— Granitmarmor von Neubeuern —), welcher über 50 Arten von Fossilien des englischen Bartonthones und des Sandes von Beauchamps enthält und demnach als ein Aequivalent dieser letztgenannten Zonen zu betrachten ist.

Fig. 424. Nummulites variolaria.

Fortsetzung. — b. **Die Flyschformation.** — Mit der dritten Nummulitenzone gleichalterig und auch über ihre Zone hinausragend sind die Flyschbildungen, welche schon nördlich vom Thal der Isère beginnend mit wenigen Unterbrechungen am ganzen Nordwestrande der Schweizer Alpen dem Gebiete der Kreide- und Juraformationen folgend unter anderen die Ketten des Wildhorn, Lohner, Morgenberghorn, des Simmenthales, der Riesen zusammensetzen, dann nördlich vom Thuner §. 406.

§. 406. See in Begleitung des Nummulitenkalkes an den Bergen des Habkerenthales, bis zum Pilatus hin und weiter nach Osten zunächst zwischen Nummuliten- und Kreidegebilden von Schwyz bis nach Wesen am Wallensee und dann von diesem östlich in den Cantonen Uri, Glarus, St. Gallen, Appenzell und Voralberg bis in die Umgegend von Sonthofen auftreten, in dessen Umgebung sie mit den Nummulitenbildungen und oberen Kreideablagerungen zusammen den Grünten aufbauen, wie folgendes aus Gümbel's schon genanntem Werke entlehnte Profil (Fig. 425) zeigt. Diese, über

Fig. 425. Nummulitenformation am Grünten bei Sonthofen in Südbayern. Nach Gümbel.

A: Unteres Neocom; B: Schrattenkalk; C: Galtsandstein; D: Seewenkalkstein; D': Seewenmergel. a: Grünsandstein; b: Mergelschiefer; c: Nummulitenkalkstein; d: Mergel mit Eisenerzen; e: quarziger Nummulitenkalk; f: flyschähnliche Nummulitenschichten; F: Flysch.

300 Meter mächtigen Flyschgebilde bestehen vorherrschend aus dunkeln Schiefern und Plattensandsteinen, welche von Organismenresten nichts weiter enthalten als Fucoiden aus dem Geschlechte Chondrites (— namentlich Chondrites intricatus und Ch. Targionii Brong. —), welche die Sandsteinplatten oft dicht mit ihren verkohlten Körpergliedern bedecken, und Helminthoiden (Myrinaiten Murch. und Maeandrinen Parito), wenn man anders die durch ihre zahlreichen Knochenfisch-Gerippe ausgezeichneten Schiefer vom Plattenberge bei Glarus nicht zur Flyschformation, sondern zum unter ihr gelegenen Nummuliteneocän rechnet.

Hie und da umschließt der Flysch noch Mergelkalkschichten mit Nummuliten und am Kressenberge überlagert er die Nummulitenzone und erscheint aufs Innigste mit ihr verbunden, so daß man annehmen muß, daß seine Bildung schon während der Entwickelung der letzteren begann, dann aber auch noch über dieselbe hinaus dauerte.

Außer ihren Schiefern und Plattensandsteinen zeigt die Flyschformation auch noch hie und da — z. B. am Gurnigel und Bolgen, im Habkerenthale, Ablagerungen von groben Granitconglomeraten oder auch von Jurakalkbreccien, wie z. B. bei Yberg im Sihlthale.

Zusatz: Die Flyschformation findet sich auch am Südabhange der Alpen und im ligurischen Apennin. Der Macigno der Italiener entspricht dem schiefrigen und sandigen Flysch, der Albereſſe aber den Flyschkalksteinen.

Jünger als der Flysch ist die vierte Nummulitenzone. Zu ihr gehören die pflanzenführenden Nummulitenschichten von Reit im Winkel, die mit Basalttuffeinlagerungen wechsellagernden Nummulitenkalksteine im

Val-Nera bei Ronca, am Monte Viale in der Umgegend von Vicenza und auch die Kohlenablagerungen an den Diablerets bei Bex. Dagegen dürften die kohlenführenden Ablagerungen in Nordtyrol und in Krain sich zu dieser Zone ähnlich verhalten, wie der Flysch zur dritten Nummulitenzone.

Fortsetzung: C. **Die Braunkohlenformation des alpinen Eocäns.** — §. 407. In Mulden der älteren Formationengebiete, namentlich der Trias, sowohl der tyrolischen wie der steyermärkischen und krainer Voralpen lagern Schichtmassen, welche theils aus hellgefärbten Kalksteinen oder Kalktuffen, theils aus weißlichgelben, graugelben oder auch rauchgrauen, meist sandigen Mergeln, bituminösen Mergelschiefern und Brandschiefern bestehen, Braunkohlenlager einschließen und durch ihren Gehalt sowohl von Conchylien- und Nummulitenresten, namentlich von Nummulites variolaria, wie durch ihren Reichthum an Pflanzenresten australischer Geschlechter der obersten Nummulitenzone des Eocän angehören.

a. Unter den zahlreichen, meist gut erhaltenen Pflanzenresten, namentlich Blättern und beblätterten Zweigen der Eocänbraunkohlen fand der unermüdlich und sorgfältig forschende Professor C. von Ettinghausen, (— dessen großer Güte der Verfasser eine sehr vollständige Sammlung alpiner Braunkohlenpflanzen nebst dazu gehörigen Erklärungen verdankt —), daß das australische Pflanzen-Element bei weitem das vorherrschende ist, indem z. B. bei Häring in Nordtyrol auf jede dritte Art und bei Sotzka in Steyermark auf jede vierte Art eine neuholländische Pflanzenart kommt.

Ebenso fand derselbe Forscher, daß unter den, bis jetzt in den tyrolischen, steyermärkischen und krainischen Eocänbraunkohlengebilden gefundenen Pflanzenarten folgende sowohl bei Häring wie bei Sotzka, Savine und Sagor vorkommen:

1) von Gymnospermen: Callitris Brongniarti Endl., Sequoia Tournalii Brongn. u. Sequoia Sternbergi Göpp. (Fig. 426), Glyptostrobus u. Taxodium (Fig. 427), Pinus palaestrobus Ett., Podocarpus eocenica Ung. (Fig. 428);

Fig. 426.
Sequoia Sternbergi.

Fig 427.
a. Glyptostrobus europaeus mit Zapfen.
b. Taxodium dubium.

§. 406. See in Begleitung des Nummulitenkalkes an den Bergen des Habkerenthales, bis zum Pilatus hin und weiter nach Oſten zunächſt zwiſchen Nummuliten- und Kreidegebilden von Schwyz bis nach Weſen am Wallenſee und dann von dieſem öſtlich in den Cantonen Uri, Glarus, St. Gallen, Appenzell und Vorarlberg bis in die Umgegend von Sonthofen auftreten, in deſſen Umgebung ſie mit den Nummulitenbildungen und oberen Kreideablagerungen zuſammen den Grünten aufbauen, wie folgendes aus Gümbel's ſchon genanntem Werke entlehnte Profil (Fig. 425) zeigt. Dieſe, über

Fig. 425. Nummulitenformation am Grünten bei Sonthofen in Südbayern. Nach Gümbel.

A: Unteres Neocom; B: Schrattenkalk; C: Galtſandſtein; D: Sewenkalkſtein; D': Sewenmergel. a: Grünſandſtein; b: Mergelſchiefer; c: Nummulitenkalkſtein; d: Mergel mit Eiſenerzen; e: quarziger Nummulitenkalk; f: flyſchähnliche Nummulitenſchichten; F: Flyſch.

300 Meter mächtigen Flyſchgebilde beſtehen vorherrſchend aus dunkeln Schiefern und Plattenſandſteinen, welche von Organismenreſten nichts weiter enthalten als Fucoiden aus dem Geſchlechte Chondrites (— namentlich Chondrites intricatus und Ch. Targionii Brong. —), welche die Sandſteinplatten oft dicht mit ihren verkohlten Körpergliedern bedecken, und Helminthoiden (Myrinaiten Murch. und Maeandrinen Parito), wenn man anders die durch ihre zahlreichen Knochenfiſch-Gerippe ausgezeichneten Schiefer vom Plattenberge bei Glarus nicht zur Flyſchformation, ſondern zum unter ihr gelegenen Nummuliteneocän rechnet.

Hie und da umſchließt der Flyſch noch Mergelkalkſchichten mit Nummuliten und am Kreſſenberge überlagert er die Nummulitenzone und erſcheint aufs Innigſte mit ihr verbunden, ſo daß man annehmen muß, daß ſeine Bildung ſchon während der Entwickelung der letzteren begann, dann aber auch noch über dieſelbe hinaus dauerte.

Außer ihren Schiefern und Plattenſandſteinen zeigt die Flyſchformation auch noch hie und da — z. B. am Gurnigel und Bolgen, im Habkerenthale, Ablagerungen von groben Granitconglomeraten oder auch von Juraſalkbreccien, wie z. B. bei Yberg im Sihlthale.

Zuſatz: Die Flyſchformation findet ſich auch am Südabhange der Alpen und im liguriſchen Apennin. Der Macigno der Italiener entſpricht dem ſchiefrigen und ſandigen Flyſch, der Albereſſe aber den Flyſchkalkſteinen.

Jünger als der Flyſch iſt die vierte Nummulitenzone. Zu ihr gehören die pflanzenführenden Nummulitenſchichten von Reit im Winkel, die mit Baſalttuffeinlagerungen wechſellagernden Nummulitenkalkſteine im

Val-Nera bei Ronca, am Monte Viale in der Umgegend von Vicenza und auch die Kohlenablagerungen an den Diablerets bei Bex. Dagegen dürften die kohlenführenden Ablagerungen in Nordtyrol und in Krain sich zu dieser Zone ähnlich verhalten, wie der Flysch zur dritten Nummulitenzone.

Fortsetzung: C. **Die Braunkohlenformation des alpinen Eocäns.** — §. 407. In Mulden der älteren Formationengebiete, namentlich der Trias, sowohl der tyrolischen wie der steyermärkischen und krainer Voralpen lagern Schichtmassen, welche theils aus hellgefärbten Kalksteinen oder Kalktuffen, theils aus weißlichgelben, graugelben oder auch rauchgrauen, meist sandigen Mergeln, bituminösen Mergelschiefern und Brandschiefern bestehen, Braunkohlenlager einschließen und durch ihren Gehalt sowohl von Conchylien- und Nummulitenresten, namentlich von Nummulites variolaria, wie durch ihren Reichthum an Pflanzenresten australischer Geschlechter der obersten Nummulitenzone des Eocän angehören.

a. Unter den zahlreichen, meist gut erhaltenen Pflanzenresten, namentlich Blättern und beblätterten Zweigen der Eocänbraunkohlen fand der unermüdlich und sorgfältig forschende Professor C. von Ettinghausen, (— dessen großer Güte der Verfasser eine sehr vollständige Sammlung alpiner Braunkohlenpflanzen nebst dazu gehörigen Erklärungen verdankt —), daß das australische Pflanzen-Element bei weitem das vorherrschende ist, indem z. B. bei Häring in Nordtyrol auf jede dritte Art und bei Sotzka in Steyermark auf jede vierte Art eine neuholländische Pflanzenart kommt.

Ebenso fand derselbe Forscher, daß unter den, bis jetzt in den tyrolischen, steyermärkischen und krainischen Eocänbraunkohlengebilden gefundenen Pflanzenarten folgende sowohl bei Häring wie bei Sotzka, Savine und Sagor vorkommen:

1) von Gymnospermen: Callitris Brongniarti Endl., Sequoia Tournalii Brongn. u. Sequoia Sternbergi Göpp. (Fig. 426), Glyptostrobus u. Taxodium (Fig. 427), Pinus palaestrobus Ett., Podocarpus eocenica Ung. (Fig. 428);

Fig. 426.
Sequoia Sternbergi.

Fig. 427.
a. Glyptostrobus europaeus mit Zapfen.
b. Taxodium dubium.

§. 407. 2) von Monocotyledoneen: Sabal major Heer;

3) von Dicotyledoneen und zwar

α. von Apetaleen: Planera Ungeri Ett., Ficus Jynx Ung., Pisonia eocenica Ett., Laurus phoeboides Ett., Laurus Lalages Ung., Cinnamomum lanceolatum Ung. (Fig. 429), Leptomeria distans Ett., Santalum salicinum Ett., osyrinum Ett. und Sant. microphyllum Ett., Persoonia Daphnes Ett., Banksia longifolia Ett. und Banksia haeringiana Ett.;

Fig. 428. Podocarpus eocenica.

β. von Gamopetaleen: Sapotacites sideroxyloides Ett. (Fig. 430), Sap. minor Ung., Bumelia Oreadum Ung., Andromeda protogaea Ung.;

γ. von Dialypetaleen: Ceratopetalum haeringianum Ett., Celastrus Aeoli Ett., Zizyphus Ungeri Heer, Rhus hydrophila Ung. und Rhus prisca Ett., Eucalyptus oceanica Ung., Dalbergia primaeva Ung. u. Dalbergia haeringiana Ett., Sophora euro-

Fig. 429. Cinnamomum lanceolatum.

Fig. 430.
Sapotacites santaloides.

paea Ung., Cassia hyperborea Ung. und Cassia §. 407.
Phascolites, Acacia parschlugiana Ung.;
also lauter subtropische Pflanzenarten von vorherrschend australischem Typus, wobei indessen zu bemerken ist, daß viele derselben, — die durch gesperrte Schrift markirten Arten —, auch noch in die Oligocänzeit (aquitanische Stufe) oder selbst in das Miocän (so Planera Ungeri, Sapotacites minor, Sophora europaea, Cassia hyperborea, Acacia parschlugiana) hineinreichen.

b. Weit bestimmter, als bei den Pflanzen zeigt sich der eocänische Charakter bei den, in den Kalksteinen, Mergeln und Mergelschiefern oder selbst in den Braunkohlenlagern bis jetzt aufgefundenen Thierresten, wie namentlich bei der, von Gümbel so sorgfältig untersuchten Braunkohlenformation von Häring und bei der, von Morlot, von Hana und Zittel untersuchten Braunkohlenformation von Oberburg in Steyermark und von Sotzka unweit Cilly hervortritt.

1) Die Braunkohlenformation bei Häring lagert in einem, von dem unteren Keuperkalksteine und dem Buntsandsteine des Innthales umschlossenen und zwischen Kuffstein und Rattenberg gelegenen länglich eirunden Becken. Ihre, steilaufgerichteten und dem Keuperkalke gleichförmig angelagerten, Schichten bestehen, wie das beifolgende aus Gümbel's geognostischer Beschreibung des Alpengebirges entlehnte Profil der Ablagerungsmassen des Barbarossastollens (Fig. 431) lehrt, aus folgenden Ablagerungs-

Fig. 431.
Braunkohlenschichten in den jüngeren Nummulitenschichten bei Häring.
a: Unterer Keuperkalk; b: Brandschiefer; c: Cement und Muschellage; d: Cement.

massen. Zunächst über dem Keuperkalk (a) lagert ein 28 Fuß mächtiges, unter 39° bis 42° in West einfallendes, Kohlenflötz, welches aus Pechkohle, Schieferkohle und Zwischenlagen von Brandschiefer und bituminösem, Süßwasserconchylien enthaltendem, Kalksteine besteht. Ueber ihm folgt bituminöser, plattenförmiger Kalkstein (b) mit den oben angegebenen Pflanzenresten. Ueber diesem folgt nun zuerst Brandschiefer und Stinkstein (c), dann Mergelschiefer, weiter Mergel und sandige, marine Fossilien haltige, Kalksteine, dann nochmals eine mächtige Ablagerung von Mergelschiefer und zuoberst eine mächtige Kalkconglomeratbank. Unter den, in dieser interessanten, durch ihren Reichthum an australischen Pflanzengeschlechtern

(— 180 Arten, von denen 41 eocäniſch und 23 zugleich eocäniſch und auch aquitaniſch ſind —) ausgezeichneten, Formation vorkommenden, Thierreſten ſind nach Gümbel folgende als obereocäniſch auszuzeichnen: Operculina ammonea Leym., Nummulites variolaria Sow., Trachocyathus calcar d'Arch., Ostrea gigantea Brand, Gryphaea Brongniarti Bronn, Spondylus cisalpinus, Pecten corneus Sow., Corbula gibba Defr., Natica Studeri Qu., Pleurotomaria Deshayesi Bell., Fusus scalarinus Desh., Voluta nodosa Sow., Conus turritus Lam., Bulla lignaria Sow., Nautilus zigzag und N. imperialis Sow.

2) Die Braunkohlenformation Südſteyermarks (bei Praßberg, Oberburg, Laufen, Sotzka unweit Cilly und Sagor) lagert in den engen, weſtlich vom Sannfluſſe, theils in die Steinkohlenſchiefer, theils in den Triasdolomit eingeſchnittenen, Thälern und beſteht aus einem Complexe von thonig-ſandigen Mergeln, tuffartigem Kalke, bituminöſen Mergelſchiefern, Sandſteinen und zwei oder mehreren, meiſt an der Baſis der Formation auftretenden, ſchwarzen Kohlenflötzen. — Unter den, in dieſem Braunkohlengebiete vorkommenden, Foſſilien ſind nach v. Hauer hauptſächlich folgende als obereocäniſch zu bemerken: Nummulites variolaria, Crassatella plumbea Desh., Corbis lamellosa Lam., Turritella asperula Brongn., Fusus subcarinatus Lam., Melania elongata Brongn., Cerithium trochleare Lam., Ampullaria perusta Brongn., Natica crassatina Lam.

Zuſatz: In die vierte Nummulitenzone gehören wohl auch die Wechſellagerungen von nummulitenhaltigen Kalkſteinen und Baſalttuffen in der Umgegend von Verona und Vicenza, ſowie am ſüdlichen Abhange der venetianiſchen Alpen bei Feltre und Belluno. Namentlich ſind hierher zu rechnen die nummulitenhaltigen Ablagerungen im Val Nera, nördlich von Arzignano, im Val Cunella bei Roncà, bei Montecchio maggiore, am Monte Viale, am Monte Bolca und am Monte Gloſoo bei Baſſano.

II. Die Oligocänformationen.

§. 408. **Bildungsräume, Bildungsmaſſen und Gliederung im Allgemeinen.** — Schon während der Bildungszeit des Eocän, aber noch mehr am Schluſſe derſelben traten gewaltige Erderſchütterungen und hie und da auch ſchon baſaltiſche Eruptionen ein. In Folge dieſer Erdrevolutionen, welche hauptſächlich in dem Gebiete der Südſee rings um die Erde herum ſtattfanden, wurden die Hauptmaſſen der gegenwärtig zwiſchen dem 30° und 45° nördlicher Breite ſich erhebenden Längsgebirge Europas und Aſiens und hiermit alſo auch die ſämmtlichen Formationen, welche ſich nach und nach in dem Bette des Südoceanes gebildet hatten, bis zum alpinen Eocän herauf über den Spiegel des Oceans emporgehoben, wie wenigſtens daraus

zu schließen ist, daß die Nummuliten- und selbst noch die oberen Eocän- §. 408.
braunkohlenformationen (z. B. bei Häring) nicht nur ganz dieselben Verwerfungen und Zerstückelungen erlitten haben wie die unter ihnen lagernden Kreide-, Jura- und Triasgebilde, sondern sich auch meist in concordanter Ablagerung über diesen letzteren befinden. — Indessen nicht blos in der Südsee, sondern auch im Gebiete des mitteleuropäischen Berglandes und des Nordoceanes fanden bedeutende Erderschütterungen und Schwankungen der bis dahin über dem Meeresspiegel hervorragenden Landesmassen statt, so daß jetzt nun manche Gebiete dieser letzteren, welche bis zum Schlusse der Eocänperiode trocken gelegen und keine Ueberfluthungen — weder vom Meere noch von den Flüssen — erlitten hatten, — wie dieses namentlich im ganzen norddeutschen Landesgebiete, wo die Eocänformation scheinbar ganz fehlt, der Fall gewesen sein mag, — theils wieder in den Grund des Oceanes zurücksanken, theils der Zuströmung von Landgewässern preisgegeben wurden, so daß sich an ihrer Stelle Binnenseen, Flußthäler oder mächtige Sumpfungen und Moore bildeten.

Alle diese, nach dem Schlusse der Eocänbildungszeit noch vorhandenen oder sich erst bildenden Wasserräume sind als die Bildungsräume der Oligocänformationen zu betrachten. Und die Steinschutt-, Erd- und Pflanzenmassen, welche die Meeresfluthen, die Flüsse oder auch die atmosphärischen Wasserniederschläge in diese Räume führten, bilden das Material, aus welchen die verschiedenen Ablagerungen des Oligocäns zusammengesetzt wurden.

Demgemäß gehören nun zu den Hauptablagerungsmassen der Oligocänformationen: die schon im I. Bde. §. 240, S. 615 und im II. Bde. §. 666 beschriebene Nagelfluh, die im I. Bde. §. 245, S. 627 und im II. Bde. §. 666 angegebene Molasse, Sande, Mergel und Thone der verschiedensten Art, Meeres- und Süßwasserkalke, Gypse, Gypsmergel und Braunkohlen. Mehr local gesellen sich zu diesen Massen Basalt- und Phonolithtuffe, einzelne Steinsalzlager (?) und endlich auch im Nordosten Deutschlands die Samländer Bernsteinerde, ein Gemenge von glaukonitischem Sande mit eingeschwemmten Bernsteinknollen.

Im Allgemeinen lassen sich alle diese allgemeinen Ablagerungsmassen des Oligocäns an den Hauptlagerungsstätten Europas in folgende, unter sich parallele, Glieder vertheilen:

Gliederung der Oligocänformationen.

	Nordwest- und Nordoligocän in:					Süd- oder Alpenoligocän	
	England.	**Frankreich.**	**Belgien.**	**Mainz-Becken.**	**Norddeutschland** (nach Beyrich).	**in Bayern** (nach Gümbel).	**in der Schweiz** (nach Heer).
Unteres Oligocän.	**1) Headon-Series.** Brackwasserbildungen: Sand, Mergel, Thon. **2) Osborne-Series:** Roth- und grüngefleckte Thone, Mergel, Schieferthone und Sandsteine. **3) Bembridge-Series:** Kalkstein u. Mergel.	Im **Seinebecken.** **1) Calcaire lacustre moyen:** Mergel und Süßwasserkalk; Gypsmergel und Gyps (Montmartre); grüne Mergel; Kieselkalk; Mühlsteinquarz.	**1) Système tongrien inférieur:** Feine, thonige und glaukonitische Sande.		**Nordostdeutsche Braunkohlenbildung**; dazu: marine **Thonbildungen von Egeln** bei Magdeburg; ferner: die **limnische Braunkohlenbildung** Thüringens, Sachsens u. Niederschlesiens; endlich die **Bernsteinschichten** des Samlandes.		lyschbildungen.)
Mittleres Oligocän.	**4) Hempstead-Series:** Mergel mit Melania muricata, Cyrena semistriata, Cerithium plicatum und Corbula pisum.	**2) Gruppe der oberen Meeressande** (grès et sables supérieurs): a. Mergel mit Austern; b. Sand mit Muscheln; c. **Sandstein von Fontainebleau.**	**2) Système tongrien supérieur:** Grünlicher Mergel, gelblicher und zuoberst weißer Sand und **Système rupélien:** Dunkle Thone mit vielen Mergelseptarien.	**1) Meeressand** von Weinheim, Heppenheim, Nidesheim, Geisenheim, Kreuznach, Alzei. **2) Dunkler Thon** mit Kalkstein- und Thoneisenstein-Septarien bei Kreuznach, Stromberg, Windesheim, Offenbach	**Meeressand** und **Septarienthon,** Cyrenenmergel und Braunkohlen des rheinischen und hessischen Beckens; Magdeburger Sande z. Th.; — Stettiner Septarienthone und Sande; — auch die Söllinger Sande.	**1) Aelteste Meeresschichten:** Conglomerate, graue Mergel und graue Sandsteine. Mit Ostrea callifera, Corbula gibba, Crassatella Bronni u. s. w. **2) Untere Blättermolasse:** Conglomerate, Sandsteine und sandige Mergel mit Blättern von Quercus furcinervis.	**1) Tongrische Stufe** oder **untere Molasse,** wie in Bayern. Mit Ostrea callifera, Cyrena semistriata, Lucina tenuistriata, Cytherea incrassata, Cerithium plicatum, Natica crassatina u. a.
Oberes Oligocän.	5) Geröll, Sand, Thon und Braunkohlen oder **Lignite and clay of Bovey.**	**3) Gruppe der oberen Süßwasserbildung** (Calcaire lacustre supérieur ou. calcaire de Beauce). a. Limnäenkalk; b. Mühlsteinquarz; c. Helicitenkalkstein.	**3) Elsloo-schichten:** Grünlichgraue Thone und Sand; darüber grünlichschwarzer Sand mit Flintgeröllen.	**3) Cyrenenmergel:** Sand-, Thon- und Mergelschichten, auch Kalksteine, auch Braunkohlen. Mit Cyrena semistriata und Cerithium margaritaceum.	**Niederrheinische u. hessische Braunkohlen** z. Theil — Mergellager von Kassel, Lemgo, Osnabrück, Wiepke u. s. w.; Sandsteinknollen mit zahlreichen Versteinerungen an ihrer Oberfläche (sogenannte **Sternberger Kuchen**); — obere marine Schichten von Neuß	**3) Untere Cyrenen- und Pechkohlenschichten:** Mit Cyrena subarata, Cytherea incrassata, Corbula gibba, Cerithium plicatum. **4) Bunte Süßwassermolasse:** Rothe u. graue Conglomerate, Sandsteine und Mergel. **5) Obere Cyrenen- und Pechkohlenschichten:** Graue und gelbe, Pflanzen führende Sand-	**2) Aquitanische Stufe** oder **untere Braunkohlenbildung.** — Rothe u. bunte Mergel (**rothe Molasse**). Sandsteine, auch Nagelfluh, Mergel mit Braunkohlen. Mit zahlreichen Pflanzen-Abdrücken (Pteris pennaeformis, Quercus furcinervis, Sequoia Langs-

Nähere Betrachtung der auf der vorstehenden Uebersicht angegebenen Oligocänformationen. — A. **Die Oligocänformation auf der Insel Wight.** — Wie schon bei der Beschreibung des Eocäns auf der Insel Wight im §. 402 angegeben worden ist, so lagern in der nördlichen Hälfte dieser Insel auf den daselbst steilaufgerichteten Kreideschichten in ganz gleichförmiger Stellung die Eocänschichten. Auf diesen letztgenannten Schichten folgen nun die anfangs stark beckenförmig, nach oben aber nur sanft gebogenen Ablagerungen des Oligocäns (vgl. hierzu Fig. 406), welche fast die ganze nördliche Hälfte der Insel bedecken. Unter diesen Oligocänmassen folgen nach Bristow (Geology of the Isle of Wight, London 1862) von unten nach oben: §. 409.

a. die **Headonschichten**. Diese Schichtenreihe, welche eine Mächtigkeit von 130 bis 175 Fuß besitzt, besteht nach Forbes:

1) zuunterst aus Süß- und Brackwassergebilden, — Sand, Mergel und Thon — mit Limnaea longiscata Brong. (Fig. 432), Planorbis euomphalus Sow., Paludina lenta Brand, Cyrena cycladiformis Desh.;

Fig. 432.
Limnaea longiscata.

2) über ihnen folgen die brackischen und marinen, mittleren Headonschichten einerseits mit Brackconchylien (— Neritina concava Sow., Melanopsis subfusiformis Morr, Cerithium concavum —) und Chara Wrightii Forb. und andererseits mit Meerconchylien (— Ostrea flabellula —), aber auch mit Cytherea incrassata, Nucula deltoidea, Cerithium plicatum und anderen;

3) zuoberst aus grünem Sande und Thon, also wieder aus Brackwasserschichten mit Cyrenen, Melanien und Austern.

b. Ueber den Headonschichten folgt die **Osborne-Etage**, welche vorherrschend aus grün- und rothgefleckten Thonen, Mergeln und Schieferthonen mit einzelnen Sand- und Kalksteinlagern besteht und namentlich in seinen Kalksteinen und Mergeln Cyrena obovata Sow., Melania costata Sow., Limnaea longiscata Brong. (Fig. 432), Paludina lenta Brand, Planorbis euomphalus Sow. und andere Süßwasserconchylien enthält.

c. Nun folgt die, an 120 Fuß mächtige, **Bembridge-Etage**, welche außer einer marinen, an Austern reichen Mittelschicht

1) zuunterst aus dem Bembridge-Kalkstein, einem bald weichen, bald harten, weißen, gelblichen oder braunen Kalkstein mit Chara medicaginula (Fig. 433), Cyrena semistriata, Cerithium plicatum, Melania striata, Limnaea longiscata, Paludina orbicularis und mehreren Helix-Arten, außerdem aber auch mit Resten vom Palaeotherium, Anoplotherium und anderen, auch im Gypse des Montmartres vorkommenden, Säugethieren;

Fig. 433.
Chara medicaginula Lam.

2) zuoberſt aus dem Bembridge-Mergel, welcher unten aus grünlichgrauen Thonen und Mergeln mit Cerithium mutabile Lam. und Cyrena pulchra und semistriata und nach oben aus Schieferthon und Mergel mit Melania turritissima und muricata Forb. beſteht.

d. die Hempſteadſchichten, eine 150 bis 170 Fuß mächtige, vorherrſchend aus Mergeln beſtehende Etage, welche in ihren unteren Gliedern Brackconchylien (— Cyrena semistriata, Melania muricata und fasciata, Cerithium Sedgwicki, plicatum und elegans, Rissoa Chastelii —) in ihren oberen Gliedern (— den Corbulaſchichten —) aber braune und grüne Thone mit Corbula pisum, Cyrena semistriata, Cerithium plicatum, Ostrea flabellata enthält.

Die Hempſteadſchichten bilden auf Wight die oberſte Etage des Oligocäns; indeſſen bei Bovey-Tracey, ſüdweſtlich von Exeter in Devonſhire, kommt noch eine höhere, zum oberen Oligocän gehörige, Reihe von Ablagerungen vor, welche eine Mächtigkeit von 300 Fuß hat, aus Geröllen, Sand und Pfeifenthon beſteht und Braunkohlenflötze, welche vorherrſchend aus dem Holze der Sequoia Couttsiae gebildet erſcheinen, umſchließt. Nach ihren übrigen Pflanzenreſten gehören dieſe Oligocängebilde von Bovey der aquitaniſchen Stufe an.

Bemerkung: Die Headon-Series kommt auch noch am Hordwellcliff bei Lymington in dem, der Inſel Wight gegenüber liegenden Theile des Hampſhire's Tertiärbuſens vor.

§. 410. **Fortſetzung.** — B. **Die Oligocänformation im Seinebecken.** — Der 49° nördlicher Breite theilt das tertiäre Seinebecken in zwei Gebiete, von denen das nördliche, hauptſächlich von der Oiſe durchfloſſene, aus den Ablagerungen des Eocän, das ſüdliche aber, von der Marne, Seine, Yonne und Loing durchzogene, aus den Gebilden des Oligocäns beſteht. Von ſeiner breiteſten Seite im 49° nördlicher Breite an verſchmälert ſich dieſes Oligocängebiet nach Süden hin immer mehr, ſo daß es überhaupt die Geſtalt eines Dreiecks beſitzt, deſſen ſüdliche Spitze zwiſchen der Yonne und Loing eingeengt liegt. Von den, in dieſem Gebiete auftretenden, oligocänen Ablagerungen gehören nun:

a. zum unteren Oligocän die Gruppe des mittleren Süßwaſſerkalkſteins und Gypſes (calcaire lacustre moyen). Dieſe Gruppe, welche eine Mächtigkeit von 85 bis 90 Metern beſitzt, beſteht:

1) zuunterſt aus grünlichen, weißen und rothen Mergeln und weißen, gelblichen oder hellgrauen, mürben oder auch harten, mergeligen Kalkſteinen (marnes et calcaire de St. Ouen) mit Limnaea longiscata, Cyclostoma mumia (Fig. 434), Planorbis rotundatus und Paludina pusilla, außerdem auch mit den kleinen, kugeligen, ſpiralig gedrehten, Samen von Chara medicaginula;

Fig. 434. Cyclostoma mumia.

2) darüber aber aus einer, bis 20 Meter mächtigen, von gelblichem Gyps und Gypsmergel (gypse et mar-

nes gypseuses) beſtehenden Zone, deren Hauptablagerungsgebiet §. 410.
der, ziemlich in der Mitte des Baſſins gelegene, Montmartre iſt, deſſen (— ſchon im §. 395 beſchriebene —) Gypsmaſſe ein wahres Magazin nicht nur von Körperreſten oligocäner Thiere, ſo vom Palaeotherium, Anoplotherium, Lophiodon, Didelphys, Canis, Hyaenodon und anderen Säugethieren, ſowie auch von Vögeln und Reptilien, ſondern auch von Fußtapfen der eben genannten Thiere darſtellt;

3) über der Gypszone, zunächſt aus dünnſchichtigen, weißen Mergeln oder grünlichgrauen, harten, Mergelkalken, dann über dieſen aus grünen oder bläulichgrauen Mergeln (marnes vertes et calcaires marneux) mit Süßwaſſerconchylien (Cyrena convexa Heb., Limnaea strigosa Brong., Planorbis lens Brong.);

4) über dieſen Mergeln aus graulichweißem, hartem, viele Hornſteinnieren enthaltendem, Kieſelkalkſtein (calcaire de Brie) mit Limnaea longiscata und L. cornea, auf welchem

5) endlich als oberſtes Glied des unteren Oligocäns bei la Ferté-ſous-Jouarre ein brauner oder gelber Thon, mit großen Concretionen und unterbrochenen Bänken von Mühlſteinquarz (meulière et argile) lagert.

b. Zum mittleren Oligocän die Gruppe des oberen Meeresſandes (grès et sables supérieurs). — Dieſe Gruppe beſteht von unten nach oben:

1) aus grünen oder gelblichen Thonmergeln und Thonen oder aus den ſogenannten Auſtermergeln (marnes marines), welche namentlich viele Ostrea longirostris, Ostrea callifera (Fig. 435) und O. cyathula enthalten; darüber

Fig. 435. Ostrea callifera.

2) aus Ablagerungen von ſchneeweißem Quarzſande, welcher ſehr häufig Kryſtallgruppen von ſandigem Kalkſpath umſchließt, auch in einen kalkigen Sandſtein übergeht und häufig Molluskenſchalen, ſo Corbula striata und Cor. subpisum, Cytherea incrassata, Cyrena semistriata, Pectunculus obovatus, Cerithium plicatum, Voluta Rathieri, Aporrhais speciosa, Fusus elongatus, enthält (— daher auch: sables et bancs de coquilles —). Ueber dieſer Sandablagerung beſteht endlich das mittlere Oligocän

3) aus dem, bei Fontainebleau, Nemours und anderen Orten mit mächtigen, ruinenähnlichen Felſen auftretenden, weißen, röthlichen oder gelblichen Sandſtein oder grès de Fontainebleau.

§. 410. c. zum oberen Oligocän die Gruppe der oberen Süßwasserkalkbildung (calcaire lacustre supérieur oder Calcaire de Beauce), welche von unten nach oben:

1) aus gelblichem oder grauem, dichtem, erdigem oder röthlichem Süßwasserkalk mit Limnäen (— daher Limnäenkalkstein —), Planorben und Paludinen;
2) aus einer aus Thon und Mühlsteinquarz (argile et meulières) mit Limnäen und anderen Süßwasserconchylien bestehenden Ablagerung, und
3) aus hellfarbigem, dichtem oder auch grünlichgrauem, oolithischem, Helicitenkalkstein (calcaires à Hélices), dem obersten Gliede des Pariser Tertiärs, besteht.

Zusätze: Ba. Oligocän in der Auvergne. — Während im Seinebecken sich abwechselnd oligocäne Meeres- und Süßwasserablagerungen bildeten, entstanden zu derselben Zeit zwischen dem 45° und 46° nördlicher Breite einerseits in dem ehemaligen — zwischen dem Hochplateau der Auvergne und dem Forezgebirge gelegenen — Quellsee des Allier, und andererseits in dem — zwischen dem Forez- und Lyonais-Gebirge liegenden — oberen Thale der Loire ein paar oligocäne Süßwasserformationen, welche sich aus den zusammengeflutheten Zersetzungs- und Zertrümmerungsmassen der Gneiße, Glimmerschiefer und Granite der diese Formationengebiete umschließenden Gebirge entwickelten, deshalb namentlich in ihren unteren Ablagerungen den Gebilden des mitteldeutschen Rothliegenden und Buntsandsteines ähnlich sind und im Allgemeinen von unten nach oben aus folgenden Gliedern bestehen:

1) Polygene, Granit-, Gneiß-, Glimmerschiefer- und Quarzittrümmer haltige, Conglomerate und Sandsteine mit kieseligem, thonigem oder auch kalkigem Bindemittel, — bis 100 Meter mächtig;
2) Rothe Sandsteine und bunte Mergel, bis 200 Meter mächtig, hie und da (z. B. bei Brioude) mit Knochen vom Paläotherium, Rhinoceros und einem Krokodile;
3) Grüne und weiße Mergelschiefer, etwa 250 Meter mächtig, auf ihren dünnen Schieferflächen oft ganz mit Cyprisschalen bedeckt;
4) Weiße oder hellgraue, oft kieselige und von Hornstein durchzogene, bald oolithische, bald erdige, bald von zahlreichen, kurzen, — aus kleinen, zusammengekitteten Schneckchen (Paludinen) bestehenden, — Phryganeenhülsen (sogenannten Indusien d. i. Hülse) nach allen Richtungen hin durchzogene, Süßwasserkalke (Indusienkalk) mit zahlreichen Cyrenen, Planorben, Paludinen, Limnäen und anderen Süßwasserconchylien, aber auch mit Knochen vom Paläotherium und Anthrakotherium, von Krokodilen und Schildkröten;
5) Gyps und Gypsmergel, bis 20 Meter mächtig; bald für sich die oberste Ablagerung bildend, bald zwischen den Kalksteinen; meist mit Insekten führenden, Mergeln wechsellagernd.

Bb. Oligocän von Bordeaux, welches in dem Becken der Garonne und Dordogne, namentlich in der Umgebung von Bordeaux, lagert und von unten nach oben:

1) aus der — vorherrſchend aus Sand- und Thon-Wechſellagerungen beſtehenden — Molaſſe von Fronſac (bei Libourne) und Süßwaſſerkalkſtein, — einem Aequivalente der mittleren Süßwaſſerbildung von Paris;
2) aus Auſternbänken, Aſterienkalkſtein mit zahlreichen Gliedern von Asterias laevis Desm., Thon, Mergel und Knochenmolaſſe (Molasse ossifère), — dem Aequivalente der Pariſer sables supérieurs; und
3) aus dem Süßwaſſerkalk von Villandraut, dem Muſchelſande (Falün) von Bazas und dem Süßwaſſerkalkſtein von Larrieg — dem Aequivalent der oberen Süßwaſſerbildung von Paris

beſteht.

Fortſetzung. — C. Oligocänformation in Belgien. — Wie die Eocänformation, ſo tritt auch das Oligocän in Belgien inſelförmig aus der Decke der diluvialen Ablagerungen hervor. In dieſer Weiſe zeigt ſich eine Oligocäninſel zu beiden Seiten der Maas bei Lüttich, bei Tongern im Gebiete von Limburg und bei Maeſtricht (weſtwärts davon bei Klein-Spauwen) und bei Rupelmonde am Einfluſſe der Rupel in die Schelde. Nach dieſen Hauptablagerungsgebieten hat nun auch Dumont die drei Etagen oder Syſteme des belgiſchen Oligocäns benannt. §. 411.

1) Die unterſte dieſer drei Etagen iſt das 6,5 Meter mächtige, hauptſächlich in der Gegend von Tongern bei Grimmitingen, Vliermael, Bergh u. ſ. w. entwickelte Système tongrien inférieur. Sie beſteht vorherrſchend aus feinem, thonigem und glaukonitiſchem Sande und umſchließt namentlich Ostrea ventilabrum Goldf., Ostr. cochlear Poli und Ostr. cariosa Desh., Arca sulcicostata Nyst., Corbula pisum Sow. und Dentalium acutum Heb.
2) Ueber ihr lagert zuunterſt bei Bergh und Klein-Spauwen eine 18 Meter mächtige Zone von grünlichen Mergeln, gelblichem Sand und weißem Sand (— das S. tongrien supérieur —). In den grünen Mergeln zeigen ſich Corbula pisum und complanata, Cyrena semistriata und Natica glaucinoides; in den Sanden aber Cyrena semistriata, Venus Kickxii Nyst., Rissoa Chastelii Bosq., Cerithium plicatum Lam. und Cer. elegans Desh., in den oberen Lagen auch Pectunculus terebratularis Lam., Pecten Höninghausii, Venus laevigata und Dentalium acutum. — Die obere Zone dieſer Etage, welche bei Rupelmonde über 30 Meter mächtig auftritt und nach dieſem Lagerorte das Syst. rupélien genannt worden iſt, beſteht vorherrſchend aus dunkelgefärbtem Thone, welcher zahlreiche, lagenweiſe

runbliche und abgeplattete, graue, thonig-kalkige Septarien
Corbula pisum, Leda Deshayesiana, Fusus multi-
Fiſchzähne (von Lamna und Carcharodon)

3) Die oberſte Etage beſteht nach von Könen zuunterſt aus grünlichgrauem Thon und Sand und darüber aus grünlichſchwarzem Sand mit Flintgeröllen, Fiſchzähnen und Concretionen mit Cardium cingulatum Goldf., Corbula subpisum, Pecten Münsteri, Aporrhais speciosa u. ſ. w. Dieſe Etage zeigt ſich namentlich bei Elsloo an der Maas, nördlich von Maeſtricht (vgl. Zeitſchr. der deut. geol. Geſellſchaft 1863, S. 653 u. f.).

§. 412. **Fortſetzung.** — D. **Die Oligocänbildungen im Becken von Mainz.** — Das, zwiſchen Baſel und Bingen liegende und gegenwärtig zum größten Theile mit Di- und Alluvialablagerungen bedeckte, Thal des Rheines bildete vor ſeiner Verſchüttung mit letztgenannten Maſſen einen See, welcher in ſeinem nördlichen, zwiſchen der Hardt und dem Hundsrück einerſeits und dem Taunus, heſſiſchem Berglande, Speſſart und Odenwalde andererſeits gelegenen, Theile mit einem tiefen, weiten, buchtenreichen Becken ſchloß, in welches — außer dem Rheine — von Weſten her die Moder, Sur, Lauter, Queich, Speier und Nahe, von Norden her aber die Wetter und Nidda und von Oſten her die Kinzig, der Main und der Neckar all ihren Landesſchutt flutheten. Wenn nun auch wohl in der ganzen Strecke des Rheinthales von Baſel an ſchon in der Tertiärzeit Ablagerungen des ſo herbeigeſchlämmten Schuttes entſtanden, wie namentlich mehrere inſelförmige Tertiärbildungen an der Weſtſeite dieſes Thales beweiſen, ſo fand doch die Hauptablagerung dieſes Tertiärſchuttes in dem nördlichen Schlußbecken, wo alle die in daſſelbe ſich ergießenden Flüſſe geſtauet wurden, ſtatt. Und dieſes Becken, welches gegenwärtig ziemlich in ſeinem Mittelpunkte die Stadt Mainz zeigt und mit ſeinen Seitenbuchten weſtwärts bis Bingen, nordwärts bis Gießen, Marburg und Kaſſel, oſtwärts aber bis Hanau reicht, iſt es, welches das **Tertiärbecken von Mainz** genannt wird.

Die in dieſem Becken auftretenden Tertiärgebilde gehören nun theils dem Oligocän, theils dem Miocän, theils auch dem Pliocän an. Von ihnen ſind hier allein ins Auge zu faſſen die oligocänen Ablagerungen.

Sieht man von den, bei Buchsweiler im Elſaß und bei Malſch und Ubſtadt in Baden vorkommenden und ihren Conchylien nach zu dem unteren Oligocäne gehörigen Braunkohlen- und Süßwaſſerkalkſtein-Ablagerungen ab, ſo gehören alle im Mainzer Becken bis jetzt gefundenen Gebilde der mittleren und oberen Abtheilung der Oligocänformation an.

a. Zum mittleren Oligocän gehören nun:

1) Meeresſandablagerungen. Sie zeigen ſich vorherrſchend in den Randgebieten des Mainzer Beckens, namentlich in dem zwiſchen dem Rheine und der Nahe gelegenen Landſtriche, ſo bei Geiſenheim, Rüdesheim, Johannisberg, Waldböckelheim, Flonheim, Weinheim, vor allen jedoch zwiſchen Kreuznach und Alzei. Ihr Bildungsmaterial iſt verſchieden je nach der petrographiſchen Beſchaffenheit ihrer näheren Umgebung, ſo daß ihre Ablagerungen theils aus loſem, rothem, gelbem oder grauem Sand, theils aus thonigen oder kalkigen Sandſteinen oder auch aus Quarz-, Melaphyr- oder Porphyrgerölle haltigen Conglomeraten beſtehen, ja ſogar auch, z. B. in der Gegend von Kreuznach und Fürfeld, Schichten „eines durch Baryt gebundenen Sandſteines“

§. 412.

zeigen. Ihre unterſte Lage enthält namentlich Oſtreen (ſo Ostrea callifera und Ostrea cyathula Lam. (Fig. 436); in den oberen Schichtmaſſen aber finden ſich nach Sandberger, (welcher überhaupt über 190 Conchylien angiebt, während Weinkauff ſogar 214 Arten nennt), namentlich Spondylus tenuispina Sandb., Pecten pictus Goldf., Pectunculus obovatus Lam., Dentalium Kickxii Nyst., Voluta Rathieri Héb., Natica crassatina Desh., Lucina tenuistria Héb., Cytherea incrassata Desh., Corbula subpisum Orb., Cerithium plicatum Brug. und andere. Außerdem hat man auch in ihnen noch die Reſte eines Säugethieres (Halianassa Collinii) und mehrere Arten von Radiaten und Korallen gefunden.

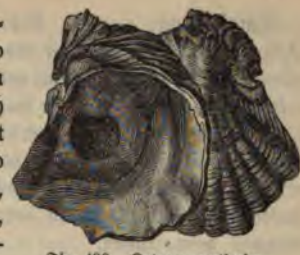


Fig. 436. Ostrea cyathula.

2) Septarienthonablagerungen. Von dieſen Ablagerungen, welche mit einer Mächtigkeit von 30 bis 40 Meter hauptſächlich im Gebiete von Kreuznach-Alzei auftreten, unterſcheidet Weinkauff

α. eine untere, welche aus ſchwärzlichem, bläulichem oder gelbem, Septarien von Kalkſtein und Thoneiſenſtein einſchließendem, Thon mit Leda Deshayesiana Duch. Nucula Chastelii, Corbula subpisiformis Sandb., Tornatella globosa Beyr., Fusus multisulcatus Beyr., Fusus elongatus Nyst., Dentalium Kickxii beſteht, und

β. eine obere, welche aus einem meiſt grünlichen Letten beſteht, welcher Haifiſchzähne, Natica Nysti Orb., Cytherea subarata Sandb., Cyprina rotundata Braun, Pleurotoma belgica Kon. u. ſ. w. enthält.

b. Zum oberen Oligocän gehören:

3) Die, am weiteſten im Mainzer Becken verbreiteten Cyrenenmergel, welche im Allgemeinen aus Wechſellagerungen von Thon, ſandigen Mergeln und Sanden beſtehen, außerdem aber auch an vielen Orten (z. B. bei Ingelheim, Hochheim, Hanau, Schlüchtern u. ſ. w.) Braunkohlenlager und bei Oeſtrich auch Gypsſtöcke und zwei Lager von thonigem Spatheiſenſtein einſchließen. In dieſen Cyrenenmergeln kommen namentlich vor: zunächſt in den unterſten, von Weinkauff als oberſte Lage des Septarienthones betrachteten, grünlichgrauen Mergeln Perna Sandbergeri und Ostrea callifera, dann in den darüber lagernden Sanden Chenopus tridactylus, weiter aufwärts in einer faſt nur aus Conchylienſchalen beſtehenden Schichte Pectunculus crassus und Cytherea subarata und endlich in dem eigentlichen Gebiete der Cyrenenmergel Ostrea callifera und cyathula, Pectunculus obovatus, Nucula piligera Sandb., Cyrena semistriata, Cytherea incrassata, Pleurotoma belgica Goldf., Natica Nysti Orb., Cerithium plicatum und Cer. margaritaceum Brong., Litorinella acuta Drap. und außerdem Reſte vom Anthrakotherium alsaticum.

§. 413. **Fortſetzung.** — E. **Die Oligocänformation Norddeutſchlands im Allgemeinen.** — Sie iſt die maſſigſte und am weiteſten verbreitete unter allen Oligocängebieten Europas; denn von dem Oligocäne Belgiens an erſtreckt ſie ſich — in dem Raume zwiſchen den mitteleuropäiſchen Gebirgsländern und der Nord- und Oſtſee lagernd — bis weit in das Gebiet Rußlands hinein. Aber nicht überall erſcheint ſie in dieſem weiten Gebiete offen zu Tage liegend; vielmehr ſind ihre Ablagerungen von den Schuttmaſſen des Diluviums ſo bedeckt, daß dieſelben nur inſelförmig aus den letzteren hervorragen.

In demjenigen Zeitabſchnitte der Tertiärperiode, in welchem ſich das Eocän entwickelte, befand ſich muthmaßlich das ganze norddeutſche Landesgebiet über dem Spiegel des Meeres, ſo daß ſich (— wie ſchon erwähnt —) keine Eocänablagerungen in dieſem Gebiete bilden konnten; *wenigſtens hat man in ihm noch nirgends Spuren von eocänen Ablagerungen gefunden.* Am Schluſſe der Eocänzeit aber trat nördlich und nordweſtlich von dem deutſchen Mittelgebirgsbogen eine allmähliche Landesſenkung ein, ſo daß die Fluthen des Nordmeeres das ſinkende Land bedecken konnten, anfangs nur die dem Meere zunächſt gelegene nördliche Landeszone, ſpäter auch bei weiterem Niederſinken des Landes die ſüdlichere Hälfte des letzteren. In eben dieſer Zeit war es aber wohl auch, daß ſich der Rhein, die Saale, die Elſter, die Elbe, die Spree, die Neiße und auch die Oder von ihren Binnenſeebecken aus einen Durchbruch in das ſinkende nördliche Vorland erbrachen, alles Land überflutheten und namentlich an ihren Mündungen Buſen in das ſie einengende Land nagten und nun — geſtauet durch die von Norden her gegen ſie andrängende Meeresfluth — all ihren Mineral- und Pflanzenſchutt in dieſen Buſen zu beiden Seiten ihrer neuen Strombetten abſetzten. — Auf dieſe Weiſe entſtand denn

1) an der ehemaligen Mündung des Rheines die *Rheinbucht* oder *Bonnerbucht*, welche ihren Ausfüllungsſchutt theils aus dem Mainzer Becken, theils aus dem rheiniſchen Berglande erhielt;
2) an der ehemaligen Mündung der Saale, Elſter, Mulde und Elbe die *Saale-* oder *Halle-Leipziger Bucht*, welche hauptſächlich mit dem Schutte des Thüringer Waldes, Fichtelgebirges, Erzgebirges und des Egerſeebeckens ausgefüllt wurde;
3) an der ehemaligen Mündung der Oder die *niederſchleſiſche Bucht*, welche ihren Ausfüllungsſchutt durch die Oder und ihre Nebenflüſſe von den Sudeten, Karpathen und dem oberſchleſiſchen Berglande bekam.

Von dieſen Buchten aus führten nun die genannten Ströme in der Richtung ihres Stromlaufes auch Schutt weiter mit ſich fort und ſetzten ihn dann theils zu beiden Seiten, theils auf derjenigen Seite ihres Bettes da ab, wo ſie die meiſte Stauung erlitten. So kam es denn, daß die ſpäteren Braunkohlenformationen ſich gegenwärtig vorzüglich in den ehemaligen Buchten am Nordrande der deutſchen Mittelgebirgsländer und dann weiter an beiden Seiten der ehemaligen Strombetten bildeten. Da in-

dessen damals — allen Andeutungen nach — wenigstens die größeren §. 413.
dieser Ströme —, so namentlich der Rhein, welcher früher von Bonn aus in gerader nordwestlicher Richtung hin zum gegenwärtigen Zuider See floß, die Elbe, welche ehedem von Magdeburg aus in gerader nordwestlicher Richtung mit der gegenwärtigen Aller verbunden nach der jetzigen Wesermündung strömte, und die Oder, welche sonst ihren Lauf aus der Gegend von Frankfurt nordwestlich zur Havel und zur gegenwärtigen Unterelbe hin nahm —, wenigstens in ihrem Unterlaufe eine andere Stromrichtung hatten, als gegenwärtig, so mußten auch ihre Schuttmassen in der Richtung ihrer ehemaligen Strombetten abgelagert werden, also z. B. die Oligocän-Ablagerungen der Saale-Elbe vorzüglich an dem Rande des vorspringenden und die Elbe stauenden Berglandes in der Richtung Leipzig, Merseburg, Halle, Magdeburg und des gegenwärtigen Allerthales.

Aus allen eben ausgesprochenen Andeutungen geht nun hervor, daß zur Zeit der Oligocänbildungen

a. am Nordwest- und Nordrande des allmählich nach Norden hin unter den Meeresspiegel sinkenden mitteldeutschen Berglandes folgende Buchten oder Becken, in denen die Ströme des Landes ihren Mineral- und Pflanzenschutt absetzten, vorhanden waren:
   1) die niederrheinische oder Bonner Bucht, welche von Bonn aus nach Nordwest sich verbreitert und westwärts mit dem belgischen und holländischen Oligocän in Verbindung steht;
   2) die Saale-Elbe-Mulde, welche von der Saale, Elster, Pleiße und Mulde durchflossen und nordwestwärts mit dem Aller-, ostwärts aber mit dem Spree-Neiße-Oligocän in Verbindung steht;
   3) die Oder- oder niederschlesische Bucht, welche die Tertiärbildungen zwischen der Oder, den Sudeten und der Lausitz umfaßt;
b. am Nordrande des mitteldeutschen Berglandes in den, zwischen den ebengenannten Buchten gelegenen, Uferlandstrecken Süßwasser- und Moorbecken bestanden, in welchen ebenso, wie in den Buchten, durch die sie speisenden Flüsse Mineral- und Pflanzenschutt abgelagert wurde, so daß der ganze Nordrand der mitteldeutschen Bergländer vom Rheine bis zur Oder von einer Braunkohlenzone umgürtet wurde, welche sich dann auch weiter in das Gebiet der ehemaligen Stromläufe fortsetzte.

Ebenso geht aber auch aus den obigen Andeutungen hervor, daß, da die am Ende der Eocänperiode eintretende Landeseinsenkung eine allmähliche war und in Folge davon die dem Meere zunächst gelegenen Landstriche zuerst unter dem Meeresspiegel verschwanden, während die dem Gebirgslande zunächst gelegenen noch nicht vom Meere, sondern nur von den Flüssen des Landes überfluthet wurden, in der ersten Hälfte des Oligocänzeitalters dreierlei Ablagerungen entstanden sind,

§. 413. nemlich eine Zone von Süßwasserablagerungen am Rande der Gebirgsländer, eine Zone von Meerwasserablagerungen am Strande des Meeres und eine Zone von Brackwassergebilden zwischen den erstgenannten beiden Zonen; in der zweiten Hälfte der Oligocänzeit aber in Folge von weiter landeinwärts dringender Landeseinsinkung die Meeresablagerungen immer weiter landeinwärts drangen und zuletzt auch die in der ersten Oligocänzeit gebildeten Süßwasserablagerungen da, wo sie von vornherein dem Meere am nächsten lagen, — z. B. in dem Gebiete zwischen Rhein und Weser oder Elbe, — ganz oder in dem vom Meere entfernteren Ablagerungsorten theilweise überschütteten, so daß nur noch in den vom Meere abgeschlossenen Binnenseen der Oligocänzeit reine Binnenseeablagerungen übrig blieben.

Nach diesen Voraussetzungen erscheinen also sämmtliche Tertiärablagerungen Norddeutschlands

a. theils als Süßwasserbildungen, welche zunächst die obengenannten drei Buchten, sodann den ganzen Raum ausfüllen, welcher sich zwischen den jetzt noch bestehenden, mitteldeutschen Bergländern und einer Linie befindet, welche von Wesel aus in einem Bogen über Bramsche bis nach Magdeburg und Leipzig, und von da ostwärts über Belgern, Ortrand, Wittichenau, Rothenburg nach Liegnitz, Neiße und Oppeln zieht, und die Braunkohlenformation Norddeutschlands zusammensetzen;

b. theils als Meeresbildungen, welche zunächst den ganzen Landesraum überziehen, welcher in dem Raume zwischen der eben angegebenen Linie von Wesel, Magdeburg, Leipzig bis Neiße und einer von Wesel durch die Lüneburger Haide über Dömitz und Schwerin bis nach Wismar und von da zum Ostseestrande streichenden Linie lagern, sodann aber auch südwärts über diesen Raum hinaus reichen und die Süßwasser- oder Braunkohlenbildungen der obengenannten Buchten und Strandzonen ganz oder theilweise überdecken, ja auch noch durch eine, ehemals vorhandene und gegenwärtig das obere Weserthal bildende, Meeresstraße bis in den hessischen Braunkohlensee gedrungen sind.

Wie nun schon auf der „Gliederungs-Uebersicht der Oligocänformationen“ angegeben worden ist, so gehören nach Beyrich:

a. zum Unteroligocän: die nordostdeutschen Braunkohlenformationen von der Saal-Elbebucht bis zur Oderbucht; außerdem die marinen Thon- und Sandablagerungen bei Magdeburg, Egeln und Aschersleben und die Samländer Bernsteinablagerungen (letztere aber nur ihrer Abstammung nach);

b. zum Mitteloligocän: die Braunkohlenbildungen der niederrheinischen Bucht, des hessischen Seebeckens und wohl auch zum Theil der [illegible] außerdem der Meeressand, Septarienthon und Cyrenenmergel [illegible] deutschlands, namentlich von Stettin, Söllingen, Freden und Osnabrück;

c. zum Oberoligocän außer ein[illegible] der Rhön und des [illegible]

Sandsteinblöcke von Sternberg in Mecklenburg, die Mergellager von Kassel, Lemgo, Osnabrück u. s. w.; die oberen marinen Schichten von Neuß und Kreseld in Rheinpreußen.

Aus diesen drei Abtheilungen des Oligocäns sind nun namentlich folgende Ablagerungszonen hier näher zu beschreiben.

Fortsetzung. — I. **Die oligocänen Braunkohlenformationen Norddeutschlands.** — Die hierhergehörigen Braunkohlenformationen nehmen den größten Flächenraum im nordöstlichen Deutschland ein, erscheinen aber freilich von den jüngeren Meeresablagerungen, namentlich von Diluvialmassen, so überdeckt, daß sie nur inselförmig aus den letzteren hervortreten. Im Allgemeinen bildet die Weichsel bis Bromberg die östliche, die Netze, Warte und Oder bis Freienwalde ihre nördliche und eine Linie von letztgenanntem Orte über Magdeburg nach Halle bis südwärts über Merseburg hinaus ihre Westgrenze. In diesem weitausgedehnten Gebiete treten die meisten und bedeutendsten Kohlenablagerungen an der Westseite der großen norddeutschen Ströme auf, — so der Oder bei Oppeln, Neiße bis Brieg, ferner in der Umgebung von Glogau, Frankfurt und Freienwalde, der Elbe in der von der Mulde, Elster und Saale durchzogenen Mulde. — §. 414.

Unter den Ablagerungsmassen, aus denen diese Kohlengebiete bestehen, treten, wie auch schon im §. 397 angegeben worden ist, am meisten hervor:

1) Glatte, glänzende, an ihrer Oberfläche wie polirt aussehende, weiße Quarzgerölle. Sie bilden vorzüglich die Unterlage derjenigen Braunkohlenformationen, welche in der Nähe des Mittelgebirgsbogens lagern. Bisweilen erscheinen auch die Gerölle mit einer amorphen Kieselrinde (Hornstein) überzogen und werden dann glasirte Blöcke genannt.
2) Quarzsand von vorherrschend weißen oder hellgrauen, bisweilen auch farblosen und krystallinischen Körnern, welche indessen (z. B. bei dem sogenannten Formsande) oft mit einer, — durch Aetzkalilauge ablösbaren — Humushaut überzogen sind und dann schwarzgrau aussehen und im angefeuchteten Zustande mehr oder weniger aneinander haften und eine formbare Masse bilden.
3) Concretionen von Sand, welche dadurch entstanden sind, daß die — aus der Zersetzung von, früher in dem Sandgemenge vorhanden gewesenen, Feldspath- und anderen Silicatkörnern frei gewordene — Kieselsäure bei ihrer Erstarrung die noch unzersetzten Quarzkörner zusammengekittet und so in kieselige Sandsteinknollen oder auch zusammenhängende Sandsteinlagen umgewandelt hat. Die sogenannten Knollensteine gehören zu diesen Kieselconcretionen. Außerdem aber mögen auch die obengenannten glasirten Blöcke ihre Hornsteinschale auf ähnliche Weise durch erstarrte Kieselsäure erhalten haben.
4) Nicht selten erscheinen ganze Schichtmassen des Sandes auf weite Strecken hin in der eben angegebenen Weise in feste kieselige Sandsteine umgewandelt, welche, wenn ihre Sandkörner fein und krystallinisch sind, in wahren Quarzit übergehen.

§. 414. 5) Thongesteine. — Bläulich-, grünlich- oder hellgraue bis weiße, fette und ausgezeichnet plastische Töpfer- und Pfeifenthone, sowie durch fein zertheilten Humus dunkelrauchgrau gefärbte und mit pulverigem Sand innig untermengte Kohlenletten, welche bei der Erhitzung nach und nach ganz weißgrau und zu gemeinem Letten werden, fehlen fast in keiner Braunkohlenformation und bilden in der Regel 1—6 Meter mächtige, ungeschichtete Ablagerungen zwischen und über den einzelnen Braunkohlenflötzen. Die von Humussubstanz ganz durchzogenen, dunkelrauchgrauen Thone und Letten sehen gewöhnlich dem, auf dem Grunde von vermoorenden Teichen und Sümpfen lagernden, sogenannten Moor- oder Teichschlamme sehr ähnlich und enthalten auch wie dieser zahllose, wie feines Schießpulver aussehende Schwefeleisenkörnchen (Doppelschwefeleisen), welche sich, sowie sie mit der Luft in Berührung kommen, rasch oxydiren und Eisenvitriol und freie Schwefelsäure bilden, durch welche dann der mit ihnen gemengte Thon theilweise in Alaunthon umgewandelt wird. Bei Bacha und Kaltennordheim an der Rhön kommen solche Schwefeleisen haltige Thonlagen vor, welche sich, an der Luft liegend, nach einem Regen und kurz darauf folgendem sonnenreichen Wetter mit einem, wie Schimmel aussehenden Ueberzuge von haarigem Eisenvitriol überziehen und dann beim Auslaugen mit Wasser schwefelsaure Thonerde geben. — Die mit zarten, meist silberweißen Glimmerschüppchen oder auch mit Humuslamellen durchzogenen, theils zwischen, theils über den Kohlenflötzen lagernden, weißen, grauen oder braunen, feinsandigen Thonablagerungen bilden bei ihrer Austrocknung Schieferthone, welche oft vollkommen schiefrig sind und an ihren Schieferflächen zahlreiche und sehr wohl erhaltene verkohlte Pflanzenreste, namentlich Blätter, und bisweilen auch (z. B. bei Kaltennordheim und Fladungen an der Rhön) Schaaren kleiner Muschel- oder Flohkrebse (Cypris, daher: Cyprisschiefer) enthalten. Da, wo diese Schieferthone und Thone mit basaltischen Eruptionsmassen in unmittelbarer Berührung stehen (z. B. bei Apterode und Fischbach an der Rhön), erscheinen sie gefrittet oder halbverglast und bilden dann Basalt- und Porzellan- oder Thonjaspis.

6) Die Braunkohlen endlich, welche schon im §. 269, S. 668 nach ihren Eigenschaften und Abarten und im §. 395 unter No. 8, S. 1118 näher beschrieben worden sind, bilden theils regelmäßige, weit ausgedehnte Lager oder Flötze, theils unregelmäßige Nester und Lagerstöcke. Die Mächtigkeit ihrer Flötze ist sehr verschieden und steigt von $^1/_2$ Lachter bis über 25 Lachter. So beträgt die Braunkohlenzone, einschließlich ihrer Zwischenlagen von Thon, bei Zittau in Sachsen 70 bis 150 Fuß; im Brühler Revier, zwischen Bonn und Cöln, auf dem westlichen Gehänge über 13, auf dem östlichen Gehänge aber nur $^5/_4$ bis 9 Lachter. Ueberhaupt zeigt sich die Mächtigkeit und desselben Flötzes in seiner Ausdehnung sondern verschmälert und erweitert sich stark, daß das ganze Flötz aus ein

flacher Kohlenstöcke oder Nester besteht. Und ebenso ist die Zahl der §. 414.
in einem Kohlenbecken übereinander lagernden Kohlenflötze verschieden. In dem Feldakohlenbecken an der Rhön lagern unweit Vacha nur 1 und dann bei Kaltennordheim 4 Flötze über einander; bei Riestädt unweit Sangerhausen lagern 5, in der Mark Brandenburg 7, bei Erbreich im Westerwalde 8 Flötze übereinander. — In der Regel stehen die einzelnen Kohlenflötze in Wechsellagerung mit plastischen Thonen oder Schieferthonen oder auch mit Formsandlagen, in Steyermark auch mit gelblichen oder hellgrauen Kalkmergeln, während von den Kohlenflötzen selbst die jüngsten und obersten aus bituminösem Holze oder Lignit und in tiefen Kohlenbecken die untersten oder ältesten Flötze aus Pechkohle bestehen. Indessen hängt die Beschaffenheit der Kohlen im Allgemeinen von der Natur ihrer Bildungsstätte ab. War diese ursprünglich ein vermoorendes Seebecken, in welchem die Kohlen bildenden Pflanzen selbst wuchsen, dann bestehen die untersten Flötze aus Pechkohle, die mittleren aus Moor- und Erdkohle und die obersten aus Lignit; war aber die Bildungsstätte eine Bucht, in welche durch Flüsse Pflanzenmassen geführt wurden, dann zeigt sich bei großer Tiefe auch zuunterst noch Pechkohle, darüber aber gewöhnlich nur Lignit, welcher nach unten zu in gemeine Braunkohle übergeht, bei flachen Becken aber gewöhnlich nur Lignit. Das Bildungsmaterial zu diesen Kohlenflötzen lieferten vorherrschend Harzbäume aus der Familie der Cupressineen, so in den Kohlenbecken nordöstlich und östlich vom Harz die Gattung Taxites und Taxoxylon, in Schlesien Arten der Gattung Cupressinoxylon und Taxites (T. Ayckii), im Leipziger Becken die Gattungen Sequoia (S. Couttsiae) und Palmacites.

Zur Veranschaulichung der Gliederung einer wohlausgebildeten Braunkohlenformation möge folgendes, aus der gehaltreichen Abhandlung von H. Laspeyres: „Geognostische Mittheilungen aus der Provinz Sachsen“ (im XXIV. Bde. der Zeitschr. der deutschen geol. Gesellschaft, S. 285—324) entlehnte Profil, welches die Gliederung der 30—46 Meter mächtigen Braunkohlenformation auf der Grube Auguste am Fuchsberg bei Morl nördlich von Halle darstellt, dienen (Fig. 437).

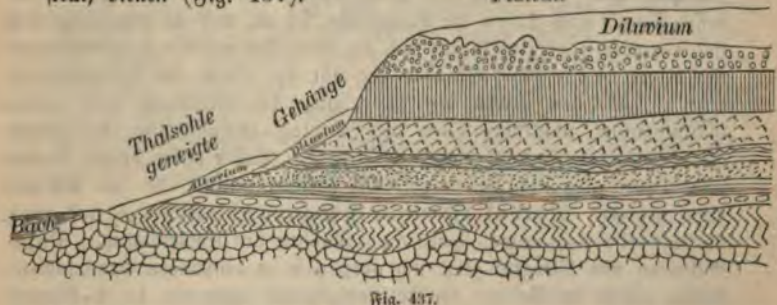


Fig. 437.

1. Aelteres Gebirge.
2. Kapselthon.
3. Knollensteinzone.
4. Unterflötz.
5. Stuben- oder Quarz-Sand.
6. Oberflötz.
7. Kohlensand (Magdeburger Sand).
8. Septarienthon.
9. Form- oder Glimmersand.

§. 414. In diesem Profil bezeichnet:

1) das ältere Grundgebirge (Porphyr), welchem die Braunkohlenformation auflagert;

2) eine, etwa im Mittel 10,5 Meter mächtige, ungeschichtete Ablagerung von abwechselnd sandfreiem, fettem, plastischem lichtgrauen bis braunen Kaolinthon (— sogen. Kapselthon —) und sandhaltigem Thon (— Ziegelthon —);

3) eine meist sandige, durchschnittlich $^1/_3$ bis 2 Meter mächtige Lage Thone, in welcher lagenweise einzelne verschieden gestaltete Knollen und Platten von einem weißlichen dichten oder feinkrystallisirten, Quarzkrystalle einschließenden, Quarzit oder Hornfels (— sogenannte Knollensteine —) oft dicht nebeneinander eingebettet liegen. Diese Knollen sind nicht mit Sandconcretionen, wie sie früher erwähnt wurden, zu verwechseln, sondern aus erstarrter gelatinöser Kieselsäure entstanden, welche bei der Zersetzung des Grundporphyres zu Kaolinthon frei und dann aus der sie umgebenden Thonmasse nesterweise ausgequetscht wurde;

4) ein unteres, durchschnittlich ein Meter mächtiges, Braunkohlenflötz, welches vorherrschend aus Formkohle mit etwas Knorpelkohle besteht und Nester und Lagen von Retinit nebst zahlreichen Eisenkiesknollen enthält;

5) eine, 10—12 Meter mächtige, Lage von reinem Quarzsande (— Stubensand —);

6) ein oberes, 1,5—3 Meter mächtiges Braunkohlenflötz, welches aus Erd- oder Formkohle mit zahlreichen Eisenkies- und Gypstheilen besteht. Ueber diesem Flötze lagert dann

7) Kohlensand (= Magdeburger Sand);

8) Septarienthon und

9) Form- oder Glimmersand, bedeckt vom Diluvium.

Unter allen den oben angegebenen Mineral-Ablagerungen, welche zwischen, über und unter den Braunkohlenflötzen auftreten, spielen indessen Sand und Thon die Hauptrolle, sei es, daß sie gemeinschaftlich mit einander oder einzeln für sich ein Braunkohlengebiet zusammensetzen. So bildet in der Mark Brandenburg nur der Sand, im Weichselgebiete aber (z. B. von Thorn bis Neuenburg, bei Bromberg und a. O.) bläulichgrauer plastischer Thon die Hauptablagerungsmasse, in welcher die einzelnen Kohlenflötze eingebettet liegen. Außer diesen beiden Massen bilden aber auch nicht selten gelbliche oder bräunliche, oft zur Sch[illegible]rung geneigte, Mergel bedeutende Ablagerungen theils (— [illegible] vorzugsweise —) unter, theils auch zwischen den Kohl[illegible]. Auftreten von Mergeln zeigt sich vorzüglich in [illegible]becken, welche im Gebiete von Kalkstein[illegible]mark, in den nördlichen Kalkalp[illegible]gebiete von Kaltennordheim [illegible]

§ 414. Soviel über die verſchiedenen Ablagerungsmaſſen, aus welchen die norddeutſchen, — und wohl alle —, Braunkohlenformationen des Oligocäns beſtehen. Es iſt nun noch übrig, auch einiges über die **vegetabiliſchen Bildungsmaſſen** der Braunkohlen ſelbſt ſowohl, wie auch über die übrigen **Pflanzen-** und **Thierreſte**, welche gewöhnlich in den unter, zwiſchen und über den Braunkohlenflötzen lagernden, Thon-, Mergel- und Sand-Ablagerungen vorkommen, mitzutheilen.

A. Den in den einzelnen Braunkohlengebieten vorkommenden Pflanzenreſten nach herrſchte zur Zeit der Oligocänbildungen in Norddeutſchland im Allgemeinen noch eine auſtraliſch-indiſche Flora, in welche ſich jedoch ſchon viele Pflanzenarten von dem Typus der ſüdlichen Zone Nordamerikas einmiſchten. Dieſer eigenthümliche Florencharakter erlitt indeſſen ſchon inſofern eine Abänderung, als jene ſüdlich-tropiſche Flora hauptſächlich in den Braunkohlengebieten des unteren, die nordamerikaniſche Flora aber mehr in den Braunkohlen des oberen Oligocäns hervortritt. Alles dieſes läßt ſich aus den Blattabdrücken, Früchten und Zweigen ſchließen, welche ſich oft wunderbar ſchön in den Thon- und Mergellagern finden. Anders dagegen iſt es mit den Pflanzenmaſſen, aus denen die Braunkohlenlager ſelbſt gebildet worden ſind; denn dieſe gehören vorherrſchend Baumarten an, welche ihres Harz- und Gerbſtoffgehaltes wegen der vollſtändigen Zerſetzung durch den Sauerſtoff ſtark widerſtehen und darum leichter verkohlen konnten, ſo namentlich den Cupreſſineen (Cupressinoxylon, Taxodioxylon und Taxites) und Coniferen (Pinites), und laſſen nur vereinzelt Stammreſte von Palmen (in dem unteren Oligocän), Birken, Erlen und Pappeln (in dem oberen Oligocän) bemerken. — Während nun ſo die Braunkohlenflötze ſelbſt vorherrſchend nur aus wenigen Pflanzenarten gebildet erſcheinen, erſcheinen die thonigen Zwiſchen- und Unterlagen dieſer Flötze als ein Herbarium der verſchiedenartigſten Pflanzenarten der tropiſchen, ſubtropiſchen und warmen temperirteren Zone. Wenn nicht die meiſten der in dieſen thonigen und mergeligen Lagen vorhandenen Blätter und Früchte ſo wohl erhalten wären, daß man zu der Annahme gezwungen iſt, daß ihre Mutterpflanzen ſchon in der näheren Umgebung ihrer Lagerſtätten gewohnt haben müſſen, — ſo möchte man glauben, daß Luft- und Meeresſtrömungen, welche alle damals beſtehenden Landgebiete umkreiſten, ſie zuſammengewirbelt hätten. Welche Fülle und Mannichfaltigkeit an Familien und Gattungen die Flora des oligocänen Norddeutſchlands beſaß, das erſieht man ſchon aus der folgenden — mangelhaften — Ueberſicht.

§ 61. Es sind die [illegible] der [illegible] Familien gewesen, welche

Von Pflanzenfamilien.	Von Pflanzengattungen aus der	
	ausschließlich-amerikan. Form.	auf der Nordhalbkugel verbreitet, z. Theil auch Südamerika.
a. Monocotyledonen.		
1 Palmae	Phoenicites Lucretiae	Sabal und Chamaerops.
b. Dicotyledonen.		
1. Apetalae.		
1 Cupressineae u. Taxineae		Cupressus, Juniperus, Taxodium und Taxites, Thuyopsis, Callitris.
2 Abietineae	Araucarites	Pinites, Pinus, Sequoia, Libocedrus.
3 Myriceae	Myrica.	
4 Betulaceae		Alnus, Betula und die ausschließlich amerikanischen Gattungen.
5 Cupuliferae		Quercus, Fagus (theilweise), Castanea.
6 Ulmaceae		Ulmus (nordamerikan.), Planera.
6a Moreae		Ficus.
7 Balsamifluae		Liquidambar (nordamerikan.).
8 Salicineae		Salix (überall).
9 Laurineae	Cinnamomum Zimmt.	Laurus. — Sassafras.
10) Santalaceae	Leptomeria ?.	
11) Proteaceae	Persoonia.	
2. Gamopetalae.		
12) Sapotaceae	Sapotacites ausgest.	Bumelia.
13) Ericaceae	Andromeda tertiär.	Vaccinium (nordamer.).
3. Dialypetalae.		
14) Magnoliaceae		Magnolia.
15) Büttneriaceae ?	Pterospermites ?.	
16) Acerineae		Acer (nordamerik.).
17) Malpighiaceae	Hiraea: Malpighiastrum.	
18) Sapindaceae	Dodonaea. Sapindus.	
19) Celastrineae	Celastrus (tertiär).	
20) Rhamneae	Zizyphus (tertiär).	Rhamnus (nordamer. und theilweise).
21) Juglandeae	Engelhardtia (?).	Juglans.
22) Anacardiaceae		Rhus.
23) Myrtaceae	Eucalyptus; Eugenia.	
24) Ilicineae (?)		Ilex (?).
25) Rosaceae (?)		Rosa (?).
26) Amygdaleae		Prunus.
27) Papilionaceae	Palaeolobium. (Podogonium.) Dalbergia.	
28) Caesalpineae	Cassia.	Gleditschia.
29) Mimoseae	Mimosites. Acacia.	

Bemerkung: Das vorstehende Verzeichniß ist nach gütiger Mittheilung v. Ettingshausen's zusammengestellt und enthält nur die wichtigsten Gattungen.

B. Während nun das Pflanzenreich zur Zeit der oligocänen Braunkohlen- §. 414.
entwickelung in Norddeutſchland eine große Mannichfaltigkeit entwickelte, zeigte ſich das Thierreich bei weitem nicht in einem ſo hohen Grade entfaltet, wie man nach der reichen Flora erwarten ſollte. Es ſind vorherrſchend **Land-** und **Süßwaſſerthiere**, von denen man bis jetzt Reſte gefunden hat. In dieſer Weiſe treten namentlich hervor:

a. von Säugethieren: Fiſchottern, Marderarten, Hirſche, Schweine (Sus brevirostris), Nashorne (Rhinoceros incisivus) u. ſ. w.;

b. von Reptilien: Lurche, ſo Rana Meriani, Palaeobatrachus gigas und Goldfussi, Andrias Tschudii und Schildkröten (Chelydra Decheni);

c. von Fiſchen namentlich Arten der Gattung Leuciscus;

d. von Inſekten zahlreiche Gattungen von Land- und Waſſerkäfern, Libellen, Blattweſpen und Ameiſen;

e. von Conchylien, vorherrſchend diejenigen Arten der Süß- und Brackwaſſer-Muſcheln und Schnecken, welche auf der beifolgenden „Zuſammenſtellung der oligocänen Braunkohlenformationen" genannt worden ſind. Ein vollſtändigeres Verzeichniß derſelben hat v. Könen in ſeiner ſchon erwähnten Abhandlung im 17. Bande der Zeitſchrift der deutſchen geologiſchen Geſellſchaft S. 466 und Otto Weber in v. Dechen's „geognoſtiſchem Führer in das Siebengebirge am Rhein" aufgeſtellt.

Unter den, in den einzelnen Abtheilungen der norddeutſchen Oligocänformation am meiſten hervortretenden, **Leitfoſſilien** ſind namentlich nach v. Könen folgende Conchylien hervorzuheben:

a. im Unteroligocän:

1) Brachiopoden: Terebratulina Nysti Bosq., Argiope multicostata Bosq., Thecidium lattorfense Dav.;

2) Conchiferen: Ostrea ventilabrum Goldf., Ostrea Queteleti Nyst., Aromia Alcestiana Nyst., Pecten bellicostatus Wood, Limnaea Sacki Phil., Spondylus Buchii Phil., Spondylus bifrons Goldf., Vulsella Martensii v. Koen., Limopsis costulata Goldf., Leda perovalis v. Koen., Chama monstrosa Phil., Cardium Hausmanni Phil., Cardium hantoniense Edw., Lucina gracilis Nyst., Astarte Bosqueti Nyst., Crassatella Woodi v. Koen., Crassatella Bosqueti v. Koen., Isocardia multicostata Nyst., Cypricardia carinata Nyst., Venericardia latisulca Nyst., Venericardia suborbicularis Sandb., Cytherea Solandri Sow.;

3) Gaſtropoden: Cancellaria elongata Nyst., Cancellaria laevigata v. Koen., Fusus ringens Beyr., — Sandbergeri Beyr., — Hofmanni Phil., — septenarius Beyr., — scabrellus v. Koen., — crassisculptus Beyr.,

§. 414. Fusus egregius Beyr., Leiostoma ovatum Beyr., Pisanella Bettina Semp., Pisanella pyruliformis Nyst., Purpura nodulosa Beyr., Ancillaria unguiculata Beyr., Buccinum bullatum Phil., Conus Beyrichii v. Koen., Pleurotoma Bosqueti Nyst., — Beyrichii Phil., — plana Gieb., — Strombecki v. Koen., — semilaevis Phil., — Semperi v. Koen., — subconoidea Orb., — perversa Phil., Voluta obtusa v. Koen., — suturalis Nyst., — decora Beyr., — labrosa Phil., Mitra Mettei Gieb., — circumcisa Beyr., Marginella perovalis v. Koen., — intumescens v. Koen., Cypraea anhaltina Gieb., — costulata Gieb., Eulima auriculata v. Koen., Niso turris v. Koen., Cerithium laevum Phil., Mathilda scabrella Semp., Scalaria Heyseana Phil., Phorus solidus v. Koen., Delphinula arvensis Phil., — Bronnii Phil., Ringicula gracilis Sandb., Bulla intermedia Phil.;

b. im Mitteloligocän:

1) Conchiferen: Ostrea callifera Lam., Pecten bifidus Goldf., — permistus Beyr., Nucula Chastelii Nyst., Leda Deshayesiana Duch., Axinus obtusus Beyr., Cardium scobinula Mer.;

2) Gaſtropoden: Murex Pauwelsii Kon., Fusus Koninckii Nyst., — coarctatus Beyr., — erraticus Kon., — Deshayesii Kon., — multisulcatus Nyst., Borsonia gracilis Sandb., Cypraea Beyrichii v. Koen., Eulimella incrassata v. Koen., Scalaria inaequistriata v. Koen., — undatella v. Koen., Solarium bimoniliferum Sandb., Tornatella globosa Beyr., Bulla Seebachii v. Koen.;

c. im Oberoligocän:

1) Brachiopoden: Morrisia pusilla Phil.;

2) Conchiferen: Pecten Janus Goldf., — Hoffmanni Goldf., — decussatus Goldf., — Menkei Goldf., Modiola sericea Goldf., Arca Speyeri Semp., Limopsis retifera Semp., Nucula peregrina Desh., Leda glaberrima Goldf., Astarte laevigata Goldf., Cardita tuberculata Goldf., Cytherea Beyrichii Semp., Mactra trinacria Semp., Syndosmya Bosqueti Semp., Solen Hausmanni Schl.;

3) Gaſtropoden: Tritonium enode Beyr., Cancellaria multistriata Beyr., Fusus elongatus Nyst., — scrobiculatus Boll, Buccinum Bolli Beyr., Nassa pygmaea

Schl., Terebra cincta Schl., Ancillaria Karsteni Beyr., Mangelia Pfefferi v. Koen., Borsonia Delucii Nyst., Mitra hastata Karst., — semisculpta Beyr., Eulima Kochi Semp., Niso minor Phil., Odontostoma Bollanum Semp., — fraternum Semp., Eulimella eustyla Semp., Turbonilla subcylindrica Phil., — Speyeri Semp., Turritella Geinitzii Spey., Mesalia quadristriata Phil., Turbo pustulosus Münst., Trochus elegantulus Phil., Delphinula suturalis Phil., Ringicula striata Phil., Bulla lineata Phil. §. 414.

§. 414.

Zuſammenſtellung der oli

nach ihren For

Oligo-cäne	Braunkohlengebiete.	
	Ablagerungsorte.	Formationenglied
1. Untere und mittlere.	1) Zwiſchen der Ocker, Aller, Elbe und Saale.	Bei Lattorf, Calbe, Eggersdorf Aſchersleben, a. O. befinden ſich bedeutende Ablagerungen von unter einer 20 Meter mächtigen Ablagerung von grü Sanden und Thon.
	2) Im Saalebecken (bei Nietleben unweit Halle, bei Teubitz, bei Skopau, bei Rieſtädt u. Holderſtädt unweit Sangerhauſen).	Zuunterſt Gerölle von Buntſandſtein und Muſche Thon, dann Sand, dann Braunkohlen und über Thon, bedeckt von diluvialem Geröll und Sand.
2. Obere.	(1) Vielleicht die unter 2 genannten Mulden zu Runthal unweit Weißenfels und bei Nietleben unweit Halle.)	(Siehe oben unter 2.)
	2) Im Samlande (bei Warniken, am großen Spring, Weißen Berge und Todtenberg).	Ueber den Bernſteinſchichten zunächſt brauner buntgeſtreifter Sand mit Bernſtein, dann Braunk 2 Meter mächtig), zuoberſt grauer Thon.
	3) In Niederſchleſien (Laaſan bei Striegau, Grüneberg, Strieſe bei Stroppen u. ſ. w.).	Zwiſchen Thonablagerungen befinden ſich 6—16 tige Kohlenflötze, welche aus Erdkohle und Lignit b
	4) An der Rhön (bei Batten, Sieblos u. Kaltennordheim z. Th.).	Ueber dem Buntſandſteine oder Muſchelkalke vo oben: Weißer Sand oder graulichweißer Süßwaſ dann entweder bituminöſer Thon oder Cypriſchie über 2—4 durch Letten oder Mergelſchichten getre flötze; zuoberſt eine Decke von Thon und Baſaltger
	5) In der niederrheiniſchen Bucht (zwiſchen Linz, Düſſeldorf und Aachen).	Die untere Etage: Sandſteine und loſer Ga Hornſteine und Quarzconglomerate; dann eine Trachytconglomerat und über dieſer die obere aus abwechſelnden Lagen von weißlichen oder blä und grauen und weißen Sanden mit zwiſchenlieg von erdiger oder auch holziger Braunkohle, außerde Alaunthon, thonigem Eiſenſpath, Blätterkohle, Pol Halbopal.

nkohlengebiete Norddeutschlands §. 414.

n und Organismenresten.

Organismenreste.		
gspflanzen aunkohlen.	Pflanzen in den mineralischen Schichten.	Fauna.
ſineen (Ta- n Göpperti es Ayckii).	Dryandroides laevigata Heer, Dryandroides aemula und crenulata; Myrica Germari, Eucalyptus oceanica Ung., Celastrus Andromedae Ung., Laurus Lalagis Ung. und Laurus primigenia Ung., Diospyros vetusta, Sassafras germanica, Glyptostrobus europaeus, Araucarites Sternbergi, Sterculia Labrusca Ung., Quercus furcinervis Rossm. u. ſ. w.	Süßwassercon- chylien, namentlich im Thon über den Braunkohlen bei Eberſleben große Anodonten.
ben unter 2.)		
ſineen (Ta- n Göpperti, yckii u. Ta- derosus, Cu- ylon ponde- . Coniferen rotolarix, Pi- derosus).	In dem braunen Thone: Blätter von Sequoia Langsdorfii Brong., Taxodium dubium Sternb., Glyptostrobus europaeus Brong., Zingiberites borealis Heer, Zizyphus protolotus Ung., Ficus tiliaefolia Braun., Prunus Hartungi Heer, Populus Zaddachi Heer, Alnus Kefersteini Ung. — Im braunen Sande über der Braunkohle: Zapfen von Pinites (Pin. Thomasianus, sylvestris, pumilio u. ſ. w.).	
ſineen (na- Cupressinoxy- tichum, Ta- kii und Tax. ns) u. Coni- nites ponde- protolarix).	Im Thone: vorzüglich Glyptostrobus europaeus, Alnus rostrata, Ficus tiliaeformis, Acer giganteum und die unter 2 im Samland vorkommenden.	
neen und Co-	In den Thonen und Mergeln (namentlich bei Sieblos): Dryanthroides acuminata Ung., Cinnamomum Scheuchzeri Heer, Eugenia häringiana Ung., Sapindus falcifolius Brong., Persoonia Daphnes Ett., Andromeda reticulata Ett., Cassia lignitum Ung., Rhus cassiaeformis Ett., Acacia parschlugiana Ett., Mimosites häringiana Ett. (?); Acer trilobatum Braun, Alnus Kefersteini, Betula prisca Ett., Carpolithes impressus Heer.	Bei Sieblos: Paludina Chastelii, Planorbis depressus, Limnaeus fabula, Melania inflata; von Fiſchen Smerdio, Perca und Lebia; außerdem Palaeobatrachus gracilis.
ſineen (Cu- ylon pachy- d Cupr. pal- d Coniferen protolarix, ns); auch noch ton, eine Sp-	Am Quegſteine und an der Hardt: Cyperus Chavannesi Heer, Smilax sagittifera Heer, Sparganium Braunii Heer, Librocedrus salicornioides Endl., Glyptostrobus europaeus Heer, Cupressinoxylon durum und pachyderma Göpp., Sequoia Langsdorfi, Alnus Kefersteini, Betula Brongniarti, Quercus grandidentata Ung., Carpinus grandis Heer, Planera Ungeri Ett., Ficus lanceolata Heer, Laurus primigenia Ung., Cinnamomum polymorphum und lanceolatum, Bumelia Oreadum Heer, Sapotacites minor Heer, Acer trilobatum Braun, Malpighiastrum lanceolatum Ung., Dodonaea pteleaefolia Web., Rhamnus Decheni Web., Dalbergia retusaefolia Web. u. ſ. w. (Bei Rott überhaupt 206 Arten).	Bei Muffendorf: Limnaeus corneus und subpalustris, Planorbis cornu, Planorbis pseudammonius, Litorinella acuta, Cypris angusta und andere Süßwaſſerconchylien.

Zuſatz: Zur Bearbeitung der Beſchreibung der Braunkohlenformationen wurden folgende Werke benutzt:

Beyrich in Monatsber. der Berl. Ak. 1854, 1858, Abhandl. derſ. 1856.
d'Archiac, Histoire des progrès de la Géol., Bd. 2 u. 3.
— et Haime, Descript. des anim. foss. du groupe nummul. de l'Inde, 1853.
v. Dechen, Geogn. Führer ins Siebengebirge, 1861, S. 264 ff.
v. Ettinghauſen, Die Tertiärfloren der öſterr. Mon. 1. Foſſ. Flora von Wien, 1851.
—, Flora von Promina, Denkſchrift der K. K. Wiener Ak. Bd. 8, 1854; von Sotzka, Sitzungsber. derſ. Ak., Bd. 28, 1858; von Häring, Abhandl. der K. K. geol. R.-A., Bd. 2, Abth. 3, 1853.
Forbes, On the fluvio-marine Tertiaries of the Isle of Wight, Quart. Journ. of the geol. soc., vol. 9, pag. 259 ff.
Girard, Die norddeutſche Ebene, 1855.
Göppert, Ueber die Bernſteinflora, Monatsber. der Berl. Ak., 1853.
—, Tertiärflora der Inſel Java, 1854.
Gümbel, Geogn. Beſchr. des bayer. Alpengeb., 1861.
Heer, Urwelt der Schweiz, 1854.
—, Flora tertiaria Helvetiae.
v. Hochſtetter, Karlsbad, ſeine geogn. Verhältniſſe und Quellen, 1856; derſ., Jahrb. der K. K. geol. R.-A., Bd. 7, 1856.
v. Könen in der ſchon mehrfach erwähnten Abhandlung im 17. Bde. der Zeitſchr. der deutſch. geol Geſellſchaft.
Ludwig, Die Mainzer und heſſiſche Tertiärformation, N. Jahrb. f. Min. 1866.
Mayer, Karl, Gliederung des Tertiär, Verhandl. der allg. ſchweiz. Geſ. f. d. geſ. Natw. bei ihrer Verſ. in Trogen 1857, S. 165 ff. — Derſ., Tableau synchronistique, 3. Aufl., 1865.
Murchison, On the structure of the Alps, Apennins and Carpathians, 1849.
Reuß, Die Umgebungen von Teplitz und Bilin, 1849.
—, Egerer Becken, Abhandl. der K. K. geol. R.-A., Bd. 1, 1852.
Rütimeyer, Ueber das ſchweizer Nummulitenterrain, 1850.
Sandberger, Unterſuchungen über das Mainzer Tertiärbecken, 1853; derſ., die Conchylien des Mainzer Tertiärbeckens, 1863.
Studer, Geologie der Schweiz, Bd. 2.
Sueß, Der Boden der Stadt Wien, 1862.
Unger, Foſſ. Flora von Sotzka, Denkſchr. d. K. K. Wien. Ak., Bd. 2, 1850.
O. Weber in v. Dechen's geogn. Führer in das Siebengebirge.
Weinkauff, Mainzer Becken, N. Jahrb. für Min., 1860 und 1865.
Zaddach, Das Tertiärgebirge des Samlandes in der Schrift der phyſik.-ökon. Geſellſchaft. Königsberg 1868.
Zincken, Die Braunkohle und ihre Verwendung, Theil 1, 1865.

§. 415. **Fortſetzung. — II. Die oligocänen Meeresgebilde Norddeutſchlands.** — Es iſt ſchon oben erwähnt worden, daß das Landesgebiet Norddeutſchlands beim Beginne der Tertiärperiode allmählich von Nordweſt nach Südoſt zu ſinken begann. Während der Zeit der Unteroligocänbildungen nun war dieſe Niederſinkung des Landes, namentlich nordwärts vom Teutoburger Walde, Weſergebirge und Harze, ſchon ſo weit vorgeſchritten, daß der Nordocean mit ſeinen Steinſchutt führenden Fluthen ſchon das nördliche Vorland der eben genannten Gebirge, ferner das angrenzende Saale-Elbe-Becken bis ſüdwärts über Leipzig hinaus und endlich das ganze norddeutſche Landesgebiet, welches nordwärts von einer, über Leipzig bis Königsberg ziehenden, Linie lag, bedeckte. Innerhalb dieſes untergeſunkenen Landesgebietes ſetzte nun die oceaniſche Fluth zuerſt ihre

Sandmaſſen, dann ſpäter über dieſen ihren Thonſchlamm und zuletzt über dieſem auch da und dort Mergel und Kalkſtein ab, ſo daß die bei weitem meiſten der, in dieſem Gebiete vorhandenen, oligocänen Braunkohlenablagerungen von all dem genannten Meeresſchutt mehr oder weniger ſtark überlagert wurden. Da indeſſen bei der ſpäter weiter fortſchreitenden Landesverſinkung zur Zeit der diluvialen Bildungen der Ocean auch wieder die oligocänen Schuttablagerungen durch Diluvialgebilde verdeckte, und da auch an vielen Orten durch nachrollende Meeresfluthen die eben erſt gebildeten, aus lauter loſen Schuttmaſſen beſtehenden, Oligocängebilde wieder aufgewühlt und weggeſpült wurden, ſo trifft man dieſe marinen Oligocänbildungen gegenwärtig in der Regel auch nur noch theils inſelförmig aus dem Diluvialſchutte hervortretend, theils in tief eingeſchnittenen Flußthälern und Waſſerriſſen unter den diluvialen Auflagerungen hervorblickend. §. 415.

Die auf dieſe Weiſe in Norddeutſchland auftretenden Oligocän-Ablagerungen gehören nun ihren Lagerungsverhältniſſen und Leitfoſſilien nach theils dem unteren (— ſo die Magdeburger oder Eggelner Sande —), theils dem mittleren (— ſo die Septarienthone —), theils dem oberen Oligocäne (— ſo die Mergel und Kalkſteine bei Kaſſel und Osnabrück, ſowie die Sternberger Sandſteinſchollen oder Kuchen —) an. Die wichtigſten dieſer Oligocängebiete ſollen im Folgenden näher betrachtet werden.

a. **Die marinen Unteroligocängebilde in der Umgebung Magdeburgs.** — Zwiſchen der Elbe, Aller und Bode lagert namentlich ſüdlich und ſüdöſtlich von Magdeburg bei Oſterweddingen, Süldorf, Welsleben, Biere, Mühlingen, Kalbe, Wolmirsleben, Lattorf unweit Berneburg, Aſchersleben, Börnicke, Weſtereggeln (auch kurzweg Eggeln) und Helmſtedt ein Complex von theils grünen oder glaukonitiſchen, theils grauen, meiſt thonigen, Sandſchichten, welche durch ihren Reichthum an marinen Foſſilien, namentlich an Korallen, Bryozoën und Mollusken, hervortreten. Hauptſächlich iſt dieſes der Fall bei Eggeln, Lattorf (oder Latdorf) und Helmſtedt. In dieſem letztgenannten Gebiete lagert über der unteroligocänen, 6 Kohlenflötze haltigen und von Supplingenburg bei Helmſtedt bis nach Oſchersleben reichenden, Braunkohlenmulde ein etwa 28 Meter mächtiger Complex von grauem, thonigem Sand; grünem, thonigem Sand; grauem, mergeligem Sandſtein; grünlichem Sand und Thon und grünem Sand, welcher dann von Diluvialkies bedeckt wird. Nach Profeſſor v. Könen, dem genauen Durchforſcher dieſes Gebietes, kommen in dem eben angegebenen Complex von Sanden außer mehreren Korallen und Bryozoën über 100 Arten Mollusken vor, von denen namentlich folgende als charakteriſirende Leitfoſſilien dieſes Unteroligocän-Gebietes zu betrachten ſind:

1) Brachiopoden: Terebratula Nysti Bosq.;
2) Conchiferen: Ostrea ventilabrum Goldf., Ostrea Queteleti Nyst, Pecten bellicostatus Wood., Limnaea Sacki Phil., Spondylus Buchii Phil., Vulsella Martensii v. Kön., Limopsis costulata Goldf., Leda perovalis v. Kön., Chama monstrosa Phil., Cardium Hausmanni Phil., Astarte Bosqueti Nyst.,

§. 415. Crassatella Woodi v. Kön., Isocardia multicostata Nyst., Cytherea Solandri u. ſ. w.;

3) Gaſtropoden: Murex brevicauda Heb., Cancellaria elongata Nyst., Canc. laevigata v. Kön., Fusus ringens Beyr., F. Sandbergeri Beyr., F. septenarius Beyr., F. scabrellus v. Kön., F. egregius Beyr., Leiostoma ovatum Beyr., Purpura nodulosa Beyr., Ancillaria unguiculata Beyr., Buccinum bullatum Phil., Conus Beyrichii v. Kön., Pleurotoma Bosqueti Nyst., Pleur. Strombecki und Semperi v. Kön., Voluta obtusa v. Kön., Vol. suturalis Nyst., Vol. decora Beyr., Mitra circumcisa Beyr., Marginella perovalis u. intumescens v. Kön., Cypraea anhaltina Gieb., Cerithium laevum Phil., Scalaria Heyseana Phil., Phorus solidus v. Kön., Delphinula arvensis und Bronni Phil., Bulla intermedia Phil.

b. **Die marine Unteroligocän-Ablagerung im Samland.** — Zwiſchen dem kuriſchen und friſchen Haff lagert die faſt rechteckige und oſtwärts von der Deime, ſüdwärts aber von dem Pregel und friſchen Haff ſelbſt begrenzte Halbinſel des Samlandes. Am nördlichen Rande dieſer Halbinſel ſteigt zwiſchen Rantau und Brüſterort die Küſte ſo ſteil aus dem Meere empor, daß man an ihr (— nach Zaddach: „Das Tertiärgebirge des Samlands“ in der Schrift der phyſ.-ökon. Geſellſchaft. Königsberg 1868 —) namentlich bei den Dörfern Rauſchen und Saſſau alle die, daſelbſt über einander lagernden und mit ihren unteren Ablagerungen noch unter dem Meeresſpiegel befindlichen, unteroligocänen Gebilde deutlich beobachten kann. Dieſe eigenthümlichen Gebilde zeigen nun von unten nach oben:

1) Zuunterſt eine glaukonitiſche, meiſt bernſteinleere, ſandig-thonige Lage (die ſogenannte wilde Erde).

2) Ueber dieſer lagert dann eine 1,3 bis 1,7 Meter mächtige, von beigemengtem Glaukonit und kohligen Theilen ganz dunkelgrüne Sandſchichte (— die blaue Bernſteinerde —), welche ſoviel Körnchen und Knollen von Bernſtein beigemengt enthält, daß eine Fläche von 50 bis 60 Quadratruthen mehrere tauſend Pfund liefern kann (vgl. Fig. 401 auf S. 1120).

3) Ueber dieſer Bernſteinerde folgt nun wieder eine, 1 bis 10 Meter mächtige Lage von bernſteinarmem, dunklem Glaukoniſand (grüne Mauer) und über dieſem dann die ſchon auf der Braunkohlen-Ueberſicht näher beſchriebene oberoligocäne Braunkohlenformation des Samlandes.

Dieſe ganze Unter-Oligocänformation des Samlandes, welche nach Zaddach etwa 25 Meter Mächtigkeit beſitzt, iſt marinen Urſprunges und hat demnach ihr Bildungsmaterial, wenigſtens ihre Pflanzenreſte und ihre Bernſteine, einer ſchon älteren, vielleicht eocänen, auf dem Meeresgrunde lagernden, Braunkohlenformation, welcher die Meereswogen ihren Bernſtein gewordenen Harzgehalt raubten und dann ſammt ihrem glaukonitiſchen Sandſchutt auf dem flacheren Strandgebiete wieder abſetzten, zu verdanken. Trotzdem aber muß man dieſe

Bernsteinablagerung für unteroligocänisch halten, da ihre Leitfossilien, §. 415.
unter denen namentlich Ostrea ventilabrum Goldf., Pectunculus Thomasi Mayer, Cyprina Phillipsi Mayer, Natica Nysti Orb., Trochus arvensis Phil., Aporrhais speciosa Schl., Fusus ringens Beyr., Ficula plicatula Beyr., Scutella germanica Beyr. u. s. w. hervortreten, den Arten des unteroligocänen Magdeburger Sandes entsprechen.

Die in dieser Formation vorhandenen Bernsteinknollen sind reich an Einschlüssen von Insekten, unter denen namentlich zahlreiche (600) Arten von Dipteren aus den verschiedensten Klimaten hervortreten, von Arachniden und Myriopoden, enthalten aber nach Göppert auch etwa 163 Arten von Pflanzen, vorzüglich Reste von Coniferen, so namentlich von Thuja Kleinii, Widdringtonia, Libocedrus und Taxodium, sowie von 15 Arten Laubbäumen, darunter 7 Eichen und 1 Art Cinnamomum. Nach Göppert soll der Bernstein aus dem Harze von 8 bis 9 Arten Pinus (— namentlich von Pinites succinifer —) entstanden sein.

c. **Die marinen mitteloligocänen Gebilde.** — Ueber den unteroligocänen Ablagerungen Norddeutschlands haben sich in einer und derselben Zeit in den einen Gebieten mehr oder weniger mächtige Sand- und Sandsteinsedimente, in den anderen bedeutende und sehr weit verbreitete Thonablagerungen und in noch anderen Wechsellager von diesen beiden Ablagerungsmassen zugleich gebildet. Alle diese Gebilde nun gehören zu einer und derselben Zone oder Etage des Mitteloligocäns und sind als Parallelformationen desselben zu betrachten. Die wichtigsten und bekanntesten dieser parallelen Oligocängebilde sind folgende:

1) Der Stettiner Sand: Ein vorherrschend, durch Eisenoxydhydratüberzug hochgelb gefärbter, selten dunkelbrauner, feinkörniger, meist glimmerreicher, Sand, welcher häufig in weichen Sandstein übergeht und zwischen seinen Ablagerungsmassen nicht blos ausgedehnte Bänke eines sehr harten, dunkelbraunen, Sandsteines, sondern auch zahlreiche, 1 Zoll bis mehrere Fuß große, oft ganz vollkommen kugelförmige, concentrisch-schalige, Sandsteinknollen enthält, welche nach außen in die einschließende lockere Sandmasse übergehen, innen aber einen festen, Fossilien umschließenden, Kern besitzen. Diese eigenthümliche, — sowohl durch ihre Farbe wie durch ihre Sandsteinkugeln charakterisirte und durch ihre, namentlich in den Sandsteingebilden vorkommenden, Fossilien der Zone dem Septarienthone parallele —, Sandbildung zeigt sich zunächst vorzüglich in der Umgebung Stettins, an dem steileren Gehänge und in den Seitenschluchten an der linken Seite der Oder von Stettin bis Pölitz und von Züllchow über Frauendorf, Glienicke, Schollwin bis Messenthin stark entwickelt und erscheint in diesem Gebiete theils von Septarienthon überlagert, theils mit diesem letzteren in Wechsellagerung (so bei Schollwin und in der Schlucht zwischen Züllchow und Frauendorf); kommt sodann aber auch in der Umgegend von Magdeburg (so bei Herms-

§. 415. dorf, Neuhaldensleben, Wolmirstädt), von Söllingen im Braunschweigischen und nördlich von Halle vor. In diesen letztgenannten Gebieten indessen ist er glaukonitisch-thonig und dem unteroligocänen Sande von Magdeburg petrographisch sehr ähnlich, aber durch seine Fossilien (Terebratula grandis, Ostrea callifera, Anomia Goldfussi, Pecten bifidus, Lima Nysti Speyer, Pectunculus Phillipsi, Leda gracilis Desh., Cardita laevigata Speyer, Astarte Kickxii, Cytherea splendida Mer., Corbula subpisum Orb., Fusus elongatus, Natica Nysti u. s. w.) von ihm unterschieden und als mitteloligocäne Bildung zu betrachten.

2) Der Septarienthon (nach v. Könen: Rupelthon): Ein vorherrschend fetter, plastischer, beim Austrocknen in eckige Scherben zerspringender, bisweilen auch kalkhaltiger, schwärzlich-, bläulich-, grünlich- oder auch gelblichgrauer, Thon, welcher oft Gypskrystalle, Eisenkiesknollen und Thoneisensteinnieren, am häufigsten aber rundliche oder linsenförmige, 1 Zoll bis mehrere Fuß große, Concretionen (Septarien) von grauem, mergeligem und oft auch Eisenoxydhydrat haltigem, von Kalk-, Eisen- oder Gypsspathadern netzförmig durchzogenem, Kalkstein einschließt. Dieser durch die eben genannten, — freilich hie und da auch fehlenden —, Septarien bezeichnete Thon, welcher an mehreren Orten eine Mächtigkeit von 60 Metern erreicht, ist wohl die weit verbreitetste Ablagerungsmasse des norddeutschen Oligocäns; denn er erstreckt sich, — oft freilich verdeckt durch das Diluvium — von Posen an durch den größeren Theil des mittleren Norddeutschlands bis in das rheinische Oligocängebiet und dringt von da auch noch bis in das Mainzer Becken.

Zu den wichtigeren Ablagerungsorten des Septarienthones in Norddeutschland gehören namentlich folgende:

1) Im Odergebiete bei Stettin: Züllchow und Scholwin; dann Buckow und Freienwalde in der märkischen Schweiz, bei Neustadt-Eberswalde;
2) nördlich von Berlin: Hermsdorf, Oranienburg und Joachimsthal;
3) in Mecklenburg-Schwerin: Mallis unweit Dömitz;
4) zwischen Burg und Magdeburg: Pietzpuhl, Hohenwarte und Groß-Lostau; dann bei Görzig südlich von Köthen;
5) im Braunschweigischen: Söllingen; — dann weiter bei Walle nördlich von Celle;
6) im Regierungsbezirk Düsseldorf: südlich von Ratingen;
7) in Kurhessen: an der Ostseite des Habichtswaldes bei Kassel, Melsungen, Hofgeismar, Fritzlar.

Sowohl der Stettiner Sand wie der Septarienthon — und vorzüglich dieser letztere — ist reich an Fossilien. Die bezeichnendsten derselben sind folgende:

1) Foraminiferen über 200 Arten aus den Familien Cristellarien, Nodosarien, Polymorphinen, Lagenen und Truncatulinen;

2) Bryozoën: 80 Arten vorherrſchend bei Söllingen, ſo Lepraria squamoidea, Eschara polymorpha, Biflustra clathrata, Homera gracilis; §. 415.

3) Conchiferen: Pecten permistus, Leda Deshayesiana und gracilis, Axinus obtusus, Astarte Kickxii;

4) Gaſtropoden: Murex Pauwelsii, Pyrula concinna, Fusus Koninckii, F. coarctatus, F. erraticus, F. Deshayesii, F. multisulcatus, Borsonia gracilis, Cypraea Beyrichi, Natica Nysti, Eulimella incrassata, Scalaria inaequistriata, Scal. undatella, Solarium bimoniliferum, Tornatella globosa, Bulla Seebachii.

d. **Die marinen Oberoligocän-Ablagerungen Norddeutſchlands.** — Beſchränkter als das Mitteloligocän ſind die Oberoligocän-Ablagerungen in Norddeutſchland, indem bis jetzt wenigſtens ihre, ſtets nur inſelförmig aus der Diluvialdecke hervortretenden, Gebiete vorherrſchend in den weſtlichen Landesmaſſen Norddeutſchlands zwiſchen dem 25° und 30° öſtl. Länge aufgefunden worden ſind. Scheint es doch, als habe ſich das norddeutſche Tiefland am Schluſſe des Mitteloligocäns in ſeinem öſtlichen Theile über den Meeresſpiegel erhoben, während das weſtlich von der Linie Kaſſel-Stettin gelegene Land noch unter dem Meeresſpiegel zurückgeblieben ſei. — Zu den bis jetzt näher bekannt gewordenen Lagerſtätten des oberen Oligocäns gehören nun namentlich folgende:

1) Im weſtlichen Gebiete von Mecklenburg-Schwerin kommen nach Boll („Geognoſt. Skizze von Mecklenburg u. ſ. w." im III. Bande der Zeitſchr. der deutſch. geol. Geſ. S. 450 u. ff.) weſtlich vom 30° öſtl. Länge in dem Raume zwiſchen der Lewitz, dem Schweriner See und den Städten Krivitz, Güſtrow, Bützow, Sternberg, Goldberg und Parchim Ablagerungen von iſolirten, ſehr zahlreichen, theils kleineren plattenförmigen, theils größeren, kugeligen Sandſteingeſchieben vor, welche nach ihrem erſten Fundorte bei der Stadt Sternberg Sternberger Kuchen genannt worden ſind. Dieſe Geſchiebe ſtammen an einen und denſelben Fundorten von zweierlei Sandſteinen ab, nemlich:

theils von einem mehr oder weniger feſten, feinkörnigen, mit einem eiſen- und kalkhaltigen Bindemittel verſehenen, braunen Sandſtein, deſſen Maſſe oft ganz erfüllt iſt von ſehr wohl erhaltenen, zart ſchaligen, Conchylien;

theils von einem braunrothen, ſehr mürben, Thonſandſteine, welcher nur in unförmlichen abgerundeten, aber nie in plattenförmigen Stücken vorkommt und nur Steinkerne und Abdrücke von denſelben Conchylien enthält, wie die plattenförmigen, braunen Sandſteingeſchiebe.

Die in dieſen ſogenannten Sternberger Kuchen vorkommenden Conchylien gehören der oberoligocänen Fauna an. Unter ihnen treten am meiſten hervor: Pecten semistriatus Münst., Pecten decussatus Münst., Pectunculus Phillipsi Desh., Nucula praemissa Semp., Leda gracilis Desh., Arca Speyeri Semp.

§. 415. und Arca speciosa Desh., Cardium Kochi Semp., Astarte laevigata Münst., Cytherea Beyrichi Semp., Corbula subpisum Orb., Terebra Beyrichi Semp., Nassa pygmaea Schl., Buccinum Bolli Beyr., Cassis megapolitana Beyr., Aporrhais speciosa var. megapolitana, Tiphys Schlotheimi Beyr., Fusus elongatus und F. Waelii Nyst., Pleurotoma subdenticulata Goldf., Pl. Selysii Kon., Pl. flexuosa Münst., Turritella communis Phyl., Natica Nysti Orb. und Nat. dilatata Phil., Bulla lineata Phil., Dentalium Kickxii Nyst.

2) In der Umgegend von Kaſſel, ſo namentlich an Wilhelmshöhe, im Ahnegraben, bei Ober- und Niederkaufungen, ſowie bei Hohenkirchen und Harleshauſen, kommen Sandmergel-Ablagerungen vor, welche auf dem früher beſchriebenen Septarienthone lagern, vorherrſchend aus gelblichweißem bis gelbbraunem, hie und da grünem, oft ganz mit wohl erhaltenen oder zu feinem Sande zerriebenen Foſſilienſchalen erfülltem, Quarzſande beſtehen und bald (z. B. bei Hohenkirchen) in feſten, eiſenſchüſſigen Sandſtein, bald auch (z. B. bei Harleshauſen) in einen bläulichgrauen, ſandigen Thon übergehen. Dieſe Ablagerungen müſſen zum Oberoligocäne gerechnet werden, da ſie ziemlich dieſelben Leitfoſſilien, wie die vorbeſchriebenen Sternberger Kuchen (ſo namentlich Pecten decussatus und bifidus Münst., Arca Speyeri, Pectunculus Phillipsi Desh. und P. obovatus, Nucula peregrina Desh., Leda gracilis, Astarte pygmaea Phil., Cytherea Beyrichi Semp., Corbula subpisum, Conus Semperi Sp., Ancillaria Karsteni Beyr., Terebra Beyrichi, Nassa pygmaea, Tiphys cuniculosus, Fusus elongatus, Pleurotoma subdenticulata Münst., Borsonia gracilis Sandb., Natica Nysti Orb. und Bulla retusa Phil.) enthalten; aber ſie gleichen auch petrographiſch und paläontologiſch den nächſt folgenden, am Doberg bei Bünde, bei Aſtrup unweit Osnabrück, bei Friedrichsfeld unweit Lemgo, bei Freden unweit Alfeld und bei Dieckholzen unweit Hildesheim vorkommenden Oberoligocän-Ablagerungen, ſo daß man, wie auch früher ſchon angedeutet, annehmen muß, daß einerſeits der Gießen-Kaſſeler Tertiärbuſen durch einen ſchmalen Canal (— das jetzige Weſerthal —) mit dem ehemaligen Nordmeere in Verbindung geſtanden hat und andererſeits alle die jetzt nur noch in iſolirten, hügelförmigen Inſeln auftretenden, oben genannten Oberoligocän-Ablagerungen ehedem eine zuſammenhängende Landesmaſſe gebildet haben, welche erſt ſpäter theils durch Fluß-, theils durch Meeresfluthen zerriſſen und theilweiſe zerſtört worden iſt.

3) Am Doberge, einem ſüdweſtlich von Bünde (zwiſchen Bückeburg und Osnabrück) hervortretenden Hügelrücken, kommen nach v. Könen ſogar alle drei Abtheilungen des Oligocäns zuſammen vor; denn an dieſem Hügel lagert zuunterſt (am Brandhorſte) ein feſter, grauer, ſandiger Kalkſtein und gelblich- oder grüngrauer,

ſehr ſandiger Mergel mit lauter Leitfoſſilien des Unteroligocäns, darüber dann Septarienthon mit Leda Deshayesiana und zuoberſt das vorherrſchend aus grünen Mergeln beſtehende Oberoligocän. Dieſes letztere nun beſteht nach v. Könen zuunterſt aus einer 60 Fuß mächtigen Ablagerung von mürben, glaukonitiſchen Mergeln, welche außer zahlreichen Foraminiferen und Bryozoën, namentlich Pecten bifidus Goldf., Pect. Janus, Turritella communis Risso, Cytherea incrassata Sow., Cyth. Beyrichi, Cardium cingulatum Goldf., Aporrhais speciosa, Xenophora scrutaria Phil., Dentalium Kickxii, alſo lauter oberoligocäne Conchylien enthalten; zuoberſt aber aus feſteren, knolligen Kalkmergeln, welche 40 Fuß mächtig ſind und unter anderen oberoligocänen Foſſilien namentlich Pecten Hoffmanni Goldf., Pecten Menkeï Goldf., Pecten Münsteri Goldf., Terebratula grandis, ſowie mehrere Echiniten (Echinolampas Kleinj Ag., Spatangus Hoffmanni Goldf., Spatangus Desmaresti) umſchließen.

4) An dem Abhange des Grafenberges auf dem rechten Rheinufer unweit Düſſeldorf lagern auf dem Septarienthone weiße, gelbe und braune Sandſchichten und im Thale am Düſſelbach, namentlich am Rodeberg auch 50 Fuß mächtige Schichten von gelbbraunem, eiſenſchüſſigem Sandſtein. Dieſe Ablagerungen ſind ihren Conchylien nach ebenſo oberoligocäniſch, wie die in der Gegend von Crefeld und Neuß durch Bohrverſuche aufgefundenen, durch Glaukonit grün gefärbten Sande, welche ihren Foſſilien nach den Sternberger Kuchen ſehr nahe ſtehen.

Bemerkung: Das Tertiärgebiet Böhmens gehört mit ſeiner unteren, hauptſächlich aus Sandſtein gebildeten, Abtheilung zum oberen Oligocän, aber mit ſeiner Braunkohlenformation zum Miocän, bei deſſen Beſchreibung im §. 420 beide Abtheilungen im Zuſammenhange betrachtet werden ſollen. Aehnlich iſt es mit den zum Theil oligocänen (aquitaniſchen), zum Theil miocänen Braunkohlenformationen Steyermarks und Krains. Auch ſie werden ſpäter beim Miocän im §. 421 zuſammen näher beſchrieben werden.

Fortſetzung. — III. **Die Oligocänformation Südbayerns** (nach Gümbel). — Wandert man von dem Nordabhange der bayeriſchen Voralpen aus nach dem Peiſſenberge (im $28^2/_3{}^0$ öſtl. Länge und $47^3/_4{}^0$ nördl. Breite) hin über die bayeriſche Hochebene, ſo bemerkt man an den Seitengehängen der, dieſe wellige Ebene tief durchſchneidenden, Thäler unter einer Decke von Di- und Alluvialſchutt die verſchiedenen Ablagerungen der verſchiedenen Tertiärformationen: zunächſt den Kalkalpen die jüngſten eocänen Nummuliten- und Flyſchgebilde ſchroff und ſteil abſtürzend, dann nordwärts vor dieſen ebenſo ſteil aufgerichtet und auch in übergekippter Lagerung die **Conglomerate, Sandſteine, Mergelſchiefer und Pechkohlenſchichten der älteren Molaſſe oder des Oligocäns,** und nordwärts vor dieſen endlich die nur noch wenig geneigten und zuletzt ganz wagrechten Schichten der jüngeren Molaſſe oder §. 416.

§. 416. des Miocäns, — etwa in der Weiſe, wie ſie das von Gümbel entlehnte, die tertiären Ablagerungen zwiſchen Miesbach und dem Peiſſenberge zeigende, Profil zeigt.

Das in dem eben angegebenen Gebiete abgelagerte Oligocän (oder die ältere Molaſſe Gümbel's) erſtreckt ſich nun zwar oſtwärts vom Peiſſenberge aus bis ins Traunthal, verſchmälert ſich aber dabei immer mehr bis ſie weiter öſtlich am Teiſſenberge ſich ganz auskeilt, ſo daß von hier an die vor und über ihm lagernde jüngere Molaſſe oder das Miocän bis an den Alpenrand rückte. Anders dagegen iſt es weſtwärts vom Peiſſenberge und Ammerthale; denn in dieſem Gebiete erſtreckt ſich das kohlenführende Oligocän nur bis ins Lechthal und verſchwindet dann unter den immer mächtiger werdenden Conglomeraten der jüngeren Molaſſe, welche durch das Allgäu in die Schweiz zieht und hier mit den mächtigen Molaſſe-Nagelfluhbergen des Miocäns in Verbindung ſteht.

Die Ablagerungsmaſſen des ſüdbayeriſchen Oligocäns, welches übrigens nach allen paläontologiſchen Verhältniſſen zur oberen oder aquitaniſchen Stufe gehört, beſtehen von unten nach oben aus folgenden Gliedern:

1) Zuunterſt und zunächſt dem Gebirgsrande lagern graue weiche Mergel und graue oder durch beigemengten Glaukonit grünlich gefärbte, glimmerhaltige, mergelige Sandſteine, welche nach unten in ſandigmergelige, — abgerundete Kalk-, Quarz- und Hornſtein, ſeltener Granit- oder Gneißgerölle enthaltende, — graue Conglomerate (Nagelfluhen) übergehen. Dieſe, namentlich an der Iſar bei Tölz, im Lochergraben bei Miesbach, im Thalberggraben bei Traunſtein hervortretenden, unterſten Glieder enthalten nur marine Thierreſte, ſo: Ostrea callifera und Ostr. cyathula Lam., Cyprina rotundata Br., Crassatella Bronni Mer., Cytherea incrassata Sow., Tellina Nysti Desh., Lucina divaricata Lam., Cyrena subarata Br.; Natria Nysti Orb., Cerithium plicatum Lam., Cer. margaritaceum Brong., Pleurotoma Selysii Kon., Pleurotoma laticlavia Beyr., Pleur. subdenticulata Münst., Fusus multisulcatus Nyst., Fus. elongatus Beyr. u. ſ. w.

2) Ueber den eben angegebenen marinen Schichten folgen nun zunächſt mehrere Conglomeratbänke, ſandige Mergel und Sandſteine (untere Blättermolaſſe), welche häufig Blattabdrücke, namentlich von Quercus furcinervis, enthalten.

3) Alsdann folgen Flötze von ganz homogener, ſchwarzer, glänzender Pechkohle mit Schichten von grauem, bituminöſem, dünnſchichtigem Süßwaſſerkalk (Stinkkalk), welcher ebenſo wie die ihn begleitenden Schieferthonlagen, zahlreiche Land- und Süßwaſſerconchylien (ſo namentlich Cyrena subarata Br., Arca cardiiformis Bast., Cytherea incrassata Desh., Corbula gibba Defr., Cerithium plicatum Lam.) und Pflanzenreſte (ſo namentlich Glyptostrobus europaeus und Lastraea styriaca) einſchließt. (Gümbel: Untere Cyrenen- und Pechkohlenſchichten).

4) Ueber ihnen lagert mächtig entwickelt eine Wechſellagerung von buntfarbigem Mergel, weichem Sandſtein und grobem, bald roth, bald grau gefärbtem Conglomerat (Bunte Süßwaſſermolaſſe).

5) Zuoberſt treten die oberen Cyrenen- und Pechkohlenſchichten auf. Dieſe beginnen (am Peiſſenberge) mit grauen und gelblichen Sandſteinen, welche ſehr viele Pflanzenreſte (Alnus Kefersteini Göpp., Betula Brongniarti Ett., Cassia Berenices Ung., Cinnamomum Scheuchzeri Heer, Glyptostrobus europaeus, Juglans acuminata Braun, Quercus valdensis Heer, Sapindus falcifolius Braun u. a.) enthalten. Ueber dieſen Sandſteinen folgen Mergel, Schieferthone und Stinkkalke mit mächtig entwickelten Pechkohlenflötzen (z. B. am Peiſſenberge, Pensberge und bei Miesbach). Dieſer Schichtencomplex iſt bezeichnet durch zahlreiche oberoligocäne Foſſilien, ſo von Ostrea cyathula Lam., Pecten opercularis Lam., Dreissenia Brardi Br., Cyrena subarata Br., Lucina Heberti Orb., Cytherea incrassata Desh., Tellina Nysti, Corbula gibba Defr. und Corb. carinata Phil., Turritella turris Bast., Cerithium plicatum und Cer. margaritaceum Br. u. a.

Fortſetzung. — IV. **Die Oligocänbildungen in der Schweiz.** — §. 417. Weſtwärts vom bayeriſchen Algäu-Oligocän breitet ſich zwiſchen dem Boden- und Genferſee einerſeits und dem Juragebirge und den Alpen andererſeits ein Berg- und Hügelland aus, welches auf einem Flächenraume von 152 Quadratmeilen vorherrſchend aus Nagelfluh und Molaſſenſandſtein mit untergeordneten marinen und limniſchen Kalkſteinlagern beſteht. Von dieſen Beſtandesmaſſen nehmen die Ablagerungen der Molaſſe (vgl. §. 240, S. 616) von dem Abhange des Juras an den größten Raum ein und bilden den Grund des ehemaligen Schweizer Binnenmeeres und zugleich auch im Allgemeinen die unterſte Etage, auf welcher ſich an dem Strande der Kalkalpen aus den von den Alpenflüſſen herbeigefluthetеn Geröllen, die bis 4000 Fuß mächtige (am Rigi) Zone der Nagelfluh-Conglomerate (vgl. §. 240, S. 616) entwickelte. Ihren Organismenreſten nach erſcheinen die einen dieſer Ablagerungsmaſſen als wahre Meeresniederſchläge, die anderen aber als Brack- und Süßwaſſerbildungen. Aber ebenſo ſind die einen derſelben nach ihren Lagerungs- und paläontologiſchen Verhältniſſen zum Oligocän, die anderen aber zum Miocän zu rechnen.

Die oligocänen Ablagerungen, von denen hier allein die Rede iſt, lagern auf Flyſch, welcher als ein Aequivalent des Unteroligocäns betrachtet wird und beſtehen von unten nach oben

1) aus einer marinen Molaſſenbildung, welche den von Gümbel im bayeriſchen Oligocäne angegebenen älteſten Meeresſchichten entſpricht und von Heer der tongriſchen Stufe zugezählt wird. Sie zeigt ſich nur im Canton Baſel und zieht von da über Delsberg bis Pruntrut im Canton Bern. Unter den in ihren Schichtmaſſen vorkommenden Conchylien treten namentlich hervor: Ostrea callifera und cyathula Lam., Lucina Heberti Desh., Cyrena semistriata Desh., Pectunculus obovatus und Pect. angusticostatus Lam., Cytherea

laevigata, incrassata und splendida, Cerithium plicatum Lam., Melania semidecussata Lam., Natica crassatina Lam., Nat. Nysti Orb. u. ſ. w.

2) aus einer, ſehr weit verbreiteten, bis zur bayeriſchen Oberoligocänbildung reichenden, limniſchen Molaſſenbildung, welche der unteren Braunkohlenformation oder der aquitaniſchen Stufe Mayer's entſpricht, zuunterſt aus rothen und bunten Mergeln, — der, in der weſtlichen Schweiz bis 1000 Fuß mächtigen, rothen Molaſſe — und darüber aus Sandſteinen und Mergeln mit Pechkohlenflötzen (z. B. am Genfer See bei Lutry und bei Monod) beſteht und nach Heer 336 Pflanzenarten (z. B. Aspidium dalmaticum Braun, Quercus furcinervis Rossm., Dryandra Schrankii Sternb., Dryandroides hakeaefolia Ung., Dr. laevigata Heer, Zizyphus Ungeri Heer, Juglans Ungeri Heer, Palaeolobium Sotzkianum Ung., aber außerdem auch noch die in den miocänen Braunkohlengebieten vorkommenden Sequoia Langsdorfii Braun, Sabal major Ung., Carpinus grandis Ung., Laurus primigenia, Cinnamomum spectabile Heer, Dryandroides banksiaefolia Ung. u. ſ. w.) umſchließt.

III. Die Neogenformationen

(Miocän und Pliocän).

§. 418. **Bildungsräume; Ablagerungsmaſſen; Organismen und Gliederung im Allgemeinen.** — Gegen das Ende der Oligocänzeit hatten ſich die Landes- und Meeresräume auf der Erdoberfläche ſo verändert, daß in vielen Gebieten, in denen während des verfloſſenen Zeitraumes die Meeresfluthen ihren mineraliſchen Schutt abſetzen konnten, beim Beginne der nun folgenden Neogenzeit ſchon trockenes Land über dem Meeresſpiegel hervortrat, welches nur noch in ſeinen Strandländereien von den Meereswogen zur Zeit ihrer höchſten Fluth mit neuen Landesmaſſen überſchüttet werden konnte, oder höchſtens noch in Binnenſeebecken, welche von Flüſſen durchzogen wurden, neuen Stein-, Erd- und Pflanzenſchutt erhielt. So war beim Beginne des Miocänzeitraumes das nördliche Deutſchland zwiſchen dem 30^0 und 36^0 öſtlicher Länge, alſo ziemlich in dem ganzen Raume zwiſchen der Weichſel und Elbe, bis auf einige kleine Seebecken trocken; ebenſo hatte das Meer das ſüdengliſche und nordfranzöſiſche Tertiärbecken ſo mit Land ausgefüllt, daß ſich keine Neogenmaſſen in ihm ablagern konnten. Ueberhaupt hatte beim Beginne des Neogen-Zeitraumes das Nordmeer ſeine Herrſchaft ſo über das Land verloren, daß ſeine Fluthen in Norddeutſchland nur noch in dem nordweſtlichen Gebiete deſſelben, welches ſüdwärts durch eine, von der Odermündung bis zur Schelde- und Rheinmündung gezogene, Linie begrenzt wird, und in welchem noch gegenwärtig die Meeresfluth ihre Sanddünen und Marſchen abſetzt, wirthſchaften und neue Landesmaſſen aufſchütten konnte. — Anders dagegen war es in dem Gebiete des Südmeeres. Dieſes drang einerſeits noch

mit seinen Fluthen durch breitere und schmälere Kanäle in die Seenbecken des Binnenlandes und überfluthete andererseits noch weite Strecken seiner Ufergebiete und konnte demnach noch für sich allein oder im Vereine mit den, in seine Becken einmündenden, Landesgewässern große Mengen mineralischen und vegetabilischen Schuttes absetzen. In dieser Weise füllte das Südmeer in der Miocänzeit zum größten Theile im südlichen Frankreich das Gironde-, Garonne-Audethal vom gegenwärtigen atlantischen Oceane an bis zum Mittelmeere aus und drang dann durch den Canal des Rhonethales in das Schweizer und Bayerische Seebecken, in welchem es im Vereine mit den damaligen Alpenflüssen den größeren und tieferen Theil dieses großen Binnenseebeckens mit Miocänschutt ausfüllte. Aber weiter drang es auch durch den schmalen Donaucanal in das Wiener- und Marchseebecken und mischte in diesem seinen Schutt nicht blos mit dem Schlamme der in dieses Becken mündenden Flüsse, sondern auch mit den Massen, welche die von Süden her eindringende Meereswoge absetzte. Durch dieses alles wurden die Südseebecken die Hauptablagerungsmagazine der miocänischen Formationen. Mit ihnen standen nun auch noch im Verbande die zahlreichen Buchtenthäler, welche an den Ufern dieser miocänischen Binnenseen mehr oder weniger tief in die angrenzenden Gebirge einschnitten. Wurden diese Buchtenthäler von Flüssen durchzogen, dann bildeten sich auch in ihnen vorherrschend Süßwasser- und Braunkohlengebilde, zumal wenn die sie durchströmenden Flüsse an der Mündung dieser Thäler durch die gegen sie andrängende Meereswoge gestauet wurden. §. 418.

Nach allem diesen traten also am Schlusse der Oligocänzeit hauptsächlich folgende Bildungsgebiete der Miocänformationen um das mittlere Europa herum hervor:

1) im nördlichen Deutschland: das nordwestliche Mecklenburg und die Halbinsel Holstein-Schleswig nebst den westlich anliegenden Inseln; Hannover und Westphalen z. Th.;
2) im südlichen Deutschland: das Donaubecken und dann im Verbande mit diesem
3) in Oesterreich: das Donau-Marchbecken (Wiener Becken); sowie
   a. in Nordwestböhmen: das Eger-Elbebecken mit den Teplitzer, Falkenauer und Egerer Braunkohleninseln;
   b. in Ungarn: das Donau-Theißbecken und
   c. die Steyermärker und Krainer Kohlenbecken;
4) in der Schweiz: das Molasse-Becken, welches südwestlich mit dem Rhone-Miocän in Verbindung steht und seinen Schutt auch durch das Rheinthal bis zum Becken von Mainz(?) sendete;
5) in Südfrankreich: das Gironde-Garonne-Audethal.

Außerdem waren hie und da im Binnenlande noch mehrere isolirte miocäne Süßwasser- oder Braunkohlengebilde vorhanden, so namentlich im Thale der Eger, an der Rhön und im Fulda-Werrathal.

Unter den in vorgenannten Miocängebieten auftretenden Ablagerungen treten am meisten hervor **Sande** und **Gerölle**, **plastische** und **sandige Thone**, **Mergel** und **Braunkohlen**, außerdem in manchen Ge-

§. 418. bieten auch **Conglomerate** (Nagelfluh), **Sandſteine** (Molaſſe) und **marine** oder **limniſche Kalkſteine**, ſowie **vulcaniſche** (baſaltiſche, phonolithiſche und trachytiſche) **Tuffe**, wie ſchon im §. 395 angegeben worden iſt und noch weiter bei der ſpeciellen Beſchreibung der einzelnen Miocänablagerungen gezeigt werden wird.

Nach den, in den einzelnen Miocängebieten bis jetzt aufgefundenen, Organismenreſten zu ſchließen, iſt das Zeitalter des Miocäns nur als eine Fortentwickelungsperiode der in der Eocän- und Oligocänzeit erſchienenen Organismenwelt zu betrachten. Mehr und mehr nähern ſich die Claſſen, Familien und Geſchlechter des Pflanzen- und Thierreiches den in der Gegenwart noch vorhandenen; und ebenſo ſchreitet die Sonderung des Klimas in beſtimmte Zonen und Regionen und hiermit auch zugleich eine Trennung der bis dahin noch bunt durch einander vorkommenden Organismen nach dieſen ſich abſondernden Klimazonen vorwärts. Am meiſten tritt dieſe verſchiedene Klimazonenbildung mit ihrem Einfluſſe auf die Entwickelung und Vertheilung der Organismenarten bei der in der miocänen Zeit exiſtirenden Pflanzenwelt hervor, wie auch ſchon im §. 398 angedeutet worden iſt:

a. Die Pflanzenwelt des mittleren Europas zeigte zwar in der erſten Hälfte des Miocäns noch ziemlich den Charakter der Oligocänzeit, änderte ſich aber ſchon in der zweiten Hälfte der Miocänzeit ſo, daß in dem Gebiete des nördlichen Deutſchlands die jetzt noch in dieſem Gebiete herrſchenden Pflanzenfamilien (— indeſſen noch mit dem Typus ihrer nordamerikaniſchen Verwandtinnen —), und im ſüddeutſchen und alpinen Gebiete die noch gegenwärtig im Gebiete der Mittelmeerländer wohnenden Pflanzenfamilien hervortraten.

b. Die Thierwelt verhielt ſich im Allgemeinen ähnlich wie die Pflanzenwelt. Beim Beginne der Miocänzeit durchzogen noch die gewaltigen Dickhäuter, Zwei- und Einhufer der Tropenländer die kräuterreichen Fluren und baumreichen Urwälder; in der zweiten Hälfte des Miocäns dagegen verſchwinden mehr und mehr dieſe tropiſchen Thierformen und machen allmählich den jetzt noch im nördlichen Afrika und Nordamerika herrſchenden Thiergeſchlechtern Platz. — Zu den aus der Oligocänzeit noch abſtammenden und durch ihre höckerigen Schweine-Backenzähne ausgezeichneten Maſtodonten geſellten ſich jetzt die elephantenartigen, aber in der Unterkinnlande mit zwei hakenförmig abwärts gebogenen Stoßzähnen bewaffneten, Dinotherien (Fig. 404, S. 1134), die hornloſen oder einfachhörnigen Rhinoceroſſe (Rhinoceros und Aceratherium), das eſelartige, aber zu beiden Seiten ſeines Haupthufes noch mit zwei kleinen, höher ſtehenden, Afterhufen verſehene, Hippotherium oder Hipparion (Fig. 405, S. 1134), Hirſche, Moſchusthiere (Palaeomeryx), Giraffen (Heladotherium), Antilopen, und überhaupt die ſchon im §. 399 genannten Säugethiere. Außerdem aber treten auch zahlreiche Schildkröten, Krokodile, Batrachier, Flußgräthenfiſche auf. Ebenſo machen ſich aus der Inſektenwelt zahlreiche Käfer, Blattwespen, Ameiſen und

Zweiflügler bemerklich, welche in ihren Körperformen den in der Gegenwart noch existirenden Arten meist sehr ähnlich sind. Aber noch weit mehr tritt diese Aehnlichkeit mit den gegenwärtig noch existirenden Geschlechtern und Arten bei den miocänen Bryozoën, Korallen, Echiniten und Conchylien hervor; ja viele derselben scheinen in der That noch gegenwärtig zu existiren.

Unter den verschiedenen Miocäninseln Deutschlands, Oesterreichs, der Schweiz, Frankreichs und Belgiens sind hauptsächlich folgende hervorzuheben.

Uebersicht der Glieder in dem Neogene des:

Wiener Beckens.	Alpenlandes in Bayern und der Schweiz.	Mainzer Beckens.	norddeutschen Gebietes.
A. Marine Stufe. 1) Gerölle, Conglomerate, Sande als Strandbildungen und Nulliporen- od. Leithakalk als Bildung der Meeresstrandzone. 2) Sande und Tegel von Baden als Tiefseebildungen. **B. Brackische oder sarmatische Stufe.** 3) Rissoentegel. 4) Cerithiensande. 5) Muschelkegel.	In Bayern von unten nach oben: 1) **Gelbgraue Blättermolasse:** Sandstein-, Mergel- und Thonschichten mit Blättern als limnische Bildung. 2) **Obere Meeresmolasse** (Aequivalent der Falüns im Grondebecken). In der Schweiz: 1) **Graue Süßwassermolasse** (als Mainzer Stufe). 2) **Subalpine Meeresmolasse** und Muschelsandstein (als helvetische Stufe).	1) Blättersandstein. 2) Cerithienkalkstein mit Landschneckenkalk. 3) Corbiculaschichten Kalkstein, Mergel und Thon mit Corbicula Faujasi. 4) **Litorinellenkalk** mit Thon- und Braunkohlenlagern, zu denen auch die Braunkohlen der Wetterau und des Vogelsgebirges mit ihrem Litorinellenletten gehören. 5) Gelblichgraue Blättersandsteine von Laubenheim und Bodenheim.	Untere Stufe: **Holsteiner** lose Sandsteinblöcke (äquivalent dem système boldérien in Belgien). Obere Stufe: Schichten des unteren Elbgebietes: **Graue Glimmerthone** mit untergeordneten Sanden und Sandsteinen (Sylt) Schleswig (Spandetgaard), Holstein, Lauenburg, Lübeck, Mecklenburg, Hannover, Westphalen.

Nähere Betrachtung der wichtigeren Neogengebiete. — §. 419.

A. **Das Wiener Becken,** welches sich zu beiden Seiten der Donau ausbreitet und namentlich von Norden her von der Taya und March, von Süden her aber von der Leitha durchflossen wird und westwärts vom Wiener Walde, dem Mandhardtsberg und der mährischen Terrasse, ostwärts dagegen von dem Leithagebirge und den kleinen Karpathen umgrenzt wird, besteht vorherrschend aus Ablagerungen von Thon (Tegel), Sand, Geröllen und Conglomeraten nebst untergeordneten Kalksteinschichten. Diese Ablagerungen sind theils Meeres-, theils Brackwasser-, theils auch Süßwasserbildungen und zeigen in ihren untersten Ablagerungen noch ober-
fillen, während ihre obersten Schichtmassen ihrem petrographi-
aischen Charakter nach so allmählich in das Pliocän
cän und Pliocän des Wiener Beckens seiner Ent-

§. 419. wickelung nach ein zuſammengehöriges Ganzes bildet, weshalb auch dieſe beiden Formationen hier zuſammen betrachtet werden ſollen (Fig. 438).

Fig. 438. Idealer Durchſchnitt des Beckens von Wien. Nach Hochſtetter.

kr Kryſtalliniſche Geſteine des Leithagebirges. W S Wiener Sandſtein.
I. Mediterrane Stufe. a Conglomerat, b Leithakalk, c mariner Sand und Tegel.
II. Sarmatiſche Stufe.
III. Braciſche und Süßwaſſer-Stufe.

I. Das Miocän des Wiener Beckens zeigt von unten nach oben folgende Ablagerungen:

1) Die Horner Schichten, welche ſich am öſtlichen Rande des Manhardtsberges, namentlich bei Horn, Eggenburg, Maigen, Meiſſau und anderen Orten befinden, namentlich aus Sand, Tegel und Töpferthon, zum Theil auch aus Nulliporenkalk beſtehen und bezeichnet werden durch Cerithium plicatum Lam., Cerithium margaritaceum Brocc., Neithia gigas Schl., Cardium hians Brocc., Venus umbonaria Lam., Turritella cathedralis Brong., Tur. gradata Menke, Balanus Holgeri Gein., Pecten opercularis Lam., Ostrea lamellosa (Fig. 439).

Fig. 439. Ostrea lamellosa.

2) Marine Sande, Gerölle, Tegel und Leithakalk, welche aber nicht über, ſondern neben einander in einer und derſelben Ablagerungszone des ehemaligen Seebeckens und zwar in der Weiſe auftreten, daß am Strande dieſes Beckens zunächſt die Gerölle, dann vor dieſen ſeeeinwärts die Sande, noch weiter ſeeeinwärts der Leithakalk und endlich in dem Tümpfel des Sees die Thone (marine oder Badener Tegel nach Sueß) lagern. Unter den zahlreichen Foſſilien dieſer marinen Ablagerungen treten vorzüglich hervor über 250 Arten Foraminiferen (ſo Orbulinen, Glandulinen, Rotalien, Amphiſteginen (Fig. 440), Textilarien, Biloculinen, Triloculinen u. ſ. w.), über 165 Arten Bryozoën (Retepora cellulosa, Eschara undulata, Cellepora globularis), 32 Arten Korallen, 37 Cytherinen, 53 Cypridinen (Cypridina Haueri), Brachiopoden (Terebratula grandis und Ter. Hörnesi), über

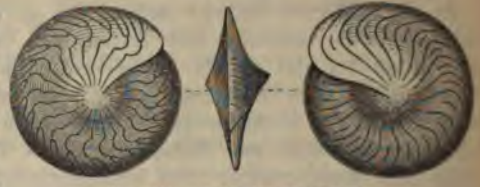


Fig. 440. Amphistegina Haueri.

450 Conchiferen (Ostrea gryphoides, Pecten pusio Penn., Arca diluvii Lam., Pectunculus pilosus Lin., Nucula nucleus Lin., Cardita Partschii Goldf. und Card. scalaris Sow., Lucina incrassata Dub., Luc. columbella, dentata und exigua, Cardium turonicum May., Cytherea pedemontana Ag., Venus clathrata und marginata Hörn., Tellina strigosa Gm., Corbula gibba), — endlich über 500 Gaſtropoden (ſo namentlich Conus ventricosus Bronn, Mitra pyramidella Brocc., Buccinum prismaticum Brocc. und Buc. Dujardini Desh., Strombus Bonelli Brong., Murex aquitanicus Grat., Pyrula rusticula Bast., Fusus bilineatus und burdigalensis Bartsch., zahlreiche Pleurotoma-Arten, Cerithium vulgatum Brug., Cer. lignitarum Eichw., Cer. scabrum Ol., Turritella Riepeli, turris, bicarinata Eichw., Trochus turricula Eichw., Natica helicina Brocc., Nerita picta Fer., Rissoa Montagni Payrd., Helix turonensis, Dentalium badense Partsch.). §. 419.

3) Brackwaſſerbildungen, welche, wie die marinen Bildungen der vorigen Gruppe aus neben einander liegenden Zonen von lichtgefärbten Sanden und plattenförmigen, kalkigen Sandſteinen voll Cerithium pictum (— daher: Cerithienſchichten —) und darüber brackiſcher, blaugrauer Tegel (— Tegel von Hernatz nach Süß —) mit Paludina effusa, acuta, immutata, Rissoa inflata und Rissoa angulata und Reſten von Delphinen, Seehunden, Schildkröten und Fiſchen.

II. Ueber dieſen miocänen Schichten folgt nun das Pliocän des Wiener Beckens, welches aus lauter Süßwaſſergebilden beſteht, nemlich:

4) zuunterſt aus bläulichgrauem Tegel (Tegel von Ingersdorf), welcher den Untergrund der Stadt Wien bildet, oft Knollen von grauem Kalkmergel und ſehr häufig limniſche Conchylien, namentlich Congeria subglobosa (— daher Congerien-Tegel genannt —), Melanopsis Martiniana und Mel. Bouéi, ſowie Reſte von Hipparion, Acerotherium, Rhinoceros, Dinotherium, Mastodon u. ſ. w. enthält. — Ueber dieſem Tegel lagern die Belvedere-Schichten, welche aus Geröllen und Geſchieben (Schotter), Sand und gelblichem, zähem Thone beſtehen und häufig dieſelben Conchylien und Thierreſte, wie der Tegel umſchließen.

Nachtrag

zu der Beſchreibung der Wiener Tertiärbildungen.

Für die im September 1877 in Wien verſammelten Geologen wurde von Franz v. Hauer und Dr. Neumayr ein „Führer zu den geognoſtiſchen Excurſionen“ herausgegeben, in welchem ſich eine vortreffliche „Geologiſche Ueberſicht der jüngeren Tertiärbildungen des Wiener Beckens und des Ungariſch-Steyeriſchen Tieflandes von Theodor Fuchs“ und folgende Tabelle befindet.

Die tabellariſche Ueberſicht der Neogen-Tertiärbildungen Oeſterreich-Ung (in ihren Hauptabtheilungen).

	Aequivalente in West- und Südeuropa.	Hauptſtufen (nach Mayer).	Unter-Abtheilungen (Facies).	Aequivale im Orie
Pliocän.	Quaternär-Bildungen.	**Diluvium.**	Löß, Nyirok. Aeltere Flußterraſſen.	Quaternärbild
	Mergel von Cucuron. Sande und Schotter von Eppelsheim.	**Thraciſche Stufe** (Belvedere-Schichten).	Belvedere-Schotter. Belvedere-Sand.	Fluviatile von Balta. — Thone von P
	Braciſche Schichten mit Potamides Basteroti v. Montpelier. Braciſche Schichten mit Potam. etruscum Mayer v. Siena.	**Levantiſche Stufe** (Moosbrunner Schichten).	Paludinen-Schichten Melanopſis-Mergel.	Melanopſiden Paludinen-S ten von M Cos, Rhodus
	Congerien-Schichten von Bollène, Castellina maritima und Caſino bei Siena. Weiße Mergel v. Sinigaglia u. ſ. w.	**Congerien-Stufe** (braciſche Schichten).	Congerien-Tegel und Congerienſand. Weiße Valenciennesia-Mergel von Beocſin.	Cardienthon Krim; jüngere braciſcher Ste kalk des ſü Rußland. rien-Schichten Talandi und kones bei Ath
Miocän.	Mio-Pliocän im Rhonethal. Korallenkalk von Roſſignano. Lignit von Monte Bamboli.	**Sarmatiſche Stufe** (Cerithienſchichten).	Sarmatiſche Muſchel-Tegel. Cerithien-Sand. Tegel von Hernals (Riſſoen-Tegel).	Aelterer ebe riner Strö Südrußlands. Korallenkalk Trakones bei
	Faluns der Touraine? Faluns des Salles. Oeningen. Oberer Kalkſtein von Malta. Kalkſtein von Syracus. Tortonien.	**Zweite Mediterran-Stufe.**	Strand-bildung: Leithakalk u. Conglomerat. Sande von Neudorf. Sande v. Pötzleinsdorf. Tegel von Gainfahrn u. Grinzing.	? ?
			Badener Tegel (Tiefſeebildung).	
			Grunder Schichten.	
	Faluns v. Saucatz in Leognan. Miocän von Liſſabon. — Molaſſe v. St. Gallen u. Muſchelſandſtein in Süddeutſchland. Serpentinſand und Aturienmergel von Turin. — Schlier mit Ataria von Bologna. — Schlier von Malta.	**Erſte Mediterran-Stufe.**	Schlier (Tiefſeebildung). Strand-bildung: Schichten von Eggenburg. Schichten von Ganderndorf. Schichten von Loibersdorf, Korod und Molt.	Miocän von bei Geneſſe de Supra-Nu tenkalk Acre
Oligocän.	Faluns von Bazac und Merignac. Untere Meeresmolaſſe in Süddeutſchland. Kalkſtein von Aqui und Gaſſino bei Turin. Schio-Schichten. Unterer Kalk von Malta.	**Aquitaniſche Stufe** (Sotka-Schichten).	Sotzka-Schichten (d. i. ſandige und mergelige Schichten mit Kohlenflötzen u. Cerithium margaritaceum u. Cer plicatum). Pectunculus-Sandſtein (Sandſtein mit Pectunculus obovatus). Cyrenen-Mergel (Mergel mit Cyrena semistriata).	? ?
	Sandſtein v. Fontainebleau. Aſterien-Kalkſtein, Gaas, Lesbarritz, Dego, Carcare. — Gomberto, Sangonini.	**Gomberto-Stufe.**	—	—

§. 420. **Fortſetzung.** — B. **Das Böhmer oder Eger-Elbe-Becken.** Es lagert am ſüdöſtlichen Fuße des Erzgebirges zu beiden Seiten der Eger, erſtreckt ſich aus der Umgegend von Schlackenwerth über Kommotau, Saaz, Brüx, Teplitz, Auſſig bis Tetſchen und iſt nur mit Süßwaſſerbildungen, unter denen mächtige Braunkohlenflötze ſich am meiſten bemerklich

machen, sowie mit Producten von basaltischen und phonolithischen Eruptionen erfüllt. Unter den in diesem Becken inselförmig auftretenden Braunkohlenformationen machen sich am meisten bemerklich: §. 420.

I. Die in dem Teplitzer Becken auftretenden Braunkohlenbildungen. — Die einen dieser Bildungen entstanden vor oder während, die anderen aber erst nach den Eruptionen der basaltischen Gesteine. Man unterscheidet daher unter ihnen ante-, inter- und postbasaltische Ablagerungen.

a. Die ante- und interbasaltischen Ablagerungen bestehen zumeist aus weißen, gelblichen und grauen, dem Quadersandsteine oft recht ähnlichen und hie und da Reste von dikotyledonischen Pflanzen einschließenden, Sandsteinen und darüber aus hellfarbigen, mit Thonschichten wechselnden, Sanden und weißen, grauen, bunten oder schwarzbraunen Thonen und Schieferthonen, — welche da, wo sie von Basalten durchbrochen worden sind, gefrittet, verschlackt, verglast und in Thonschlacken oder Porcellanjaspis umgewandelt erscheinen, — oder aus festen oder auch erdigweichen Basalttuffen. Zwischen diesen Schichten oder auch in Wechsellagerung mit ihnen befinden sich 1 bis 3 Kohlenflötze, welche theils aus fester, gemeiner Braunkohle, theils aus Moor- und Faserkohle, theils (namentlich zwischen den Basalttufflagen) aus Pechkohle besteht, und von denen gewöhnlich das unterste Flötz am mächtigsten ist und eine Stärke von 30 bis 90 Fuß erreicht, so namentlich bei Aussig, Bilin, Dux und Kommotau. Ueber dem kohlenführenden Schichtencomplex lagert dann entweder wieder Sandstein oder auch Basalttuff mit Einlagerungen von Brandschiefern, Schieferthonen und Pechkohle.

Unter den, in den Sandsteinen und Schieferthonen der Braunkohlenzone bei Bilin vorkommenden, Pflanzenresten treten am meisten hervor nach v. Ettinghausen: Taxodium dubium Sternb., Glyptostrobus europaeus Göpp., Typha latissima Braun, Liquidambar europaeum Braun, Populus latior, Salix angusta Braun, Alnus Kefersteini Göpp., Fagus Feroniae Ung, Planera Ungeri Ett., Ulmus Bronni Ung., Cinnamomum Scheuchzeri und Rossmässleri Heer, Ficus tiliaefolia Braun, Dryandroides lignitum Ung., Acer trilobatum Sternb., Zizyphus tiliaefolius Ung., Cassia hyperborea Ung., Rhamnus bilinica Ung., Juglans bilinica Ung. u. a.

b. Die postbasaltischen Ablagerungen des Teplitzer Beckens treten in einzelnen kleineren Inseln mehr als locale Bildungen auf, so die zwischen Basaltbergen bei Luschitz lagernden, verschieden gefärbten, Tuffe mit Nestern von buntem Halbopal (Menilit), die gelblichen oder grauen, mit Süßwasserconchylien versehenen, Kalksteine von Kostenblatt, Waltsch, Tuchorschitz, Kolosoruk.

II. Die im Karlsbader Becken lagernde Falkenauer Braunkohlenformation, welche eine ähnliche Zusammensetzung hat wie die Teplitzer Formation und demgemäß
   a. aus einer antibasaltischen, aus Sandstein mit Pflanzenblätter-Abdrücken und einem Braunkohlencomplexe bestehenden, und
   b. aus einer postbasaltischen, aus Schieferthon, Thon und Braunkohlen-, namentlich Lignit-, Flötzen bestehenden, Abtheilung zusammengesetzt erscheint.

III. Die im Becken von Eger lagernde Egerer Braunkohlenformation, welche in eine untere, wie die beiden vorigen Formationen, aus Sandsteinen, Schieferthonen, Thonen und Braunkohlenflötzen bestehende, — und in eine obere, aus Cyprisschiefern, Kalksteinen und Mergeln mit Steinkernen von Helix, Planorbis Limnaeus und anderen Süßwasser-Conchylien bestehende, Abtheilung zerfällt.

§. 421. **Fortsetzung.** — C. **Die Steyermärker oder Krainer Braunkohlenbecken.** — Sowohl in der nördlichen wie in der südlichen Steyermark und in dem angrenzenden Krain lagern in den Buchten- und Längsthälern, theils über den Urschiefern oder Grauwackegebilden, theils über dem Steinkohlengebirge, theils auch über Gliedern der alpinen Trias zuunterst, gewöhnlich Nulliporen- und andere Meereskalksteine und über diesen dann ein Complex von thonigsandigen, tuffartigen, mergeligen und thonigkalkigen Schichten, zu denen sich auch noch hie und da Bänke von trachytischen Auswurfsproducten gesellen. Zwischen diesen Schichtmassen, namentlich aber zwischen den Kalk- und Sandmergeln lagern an vielen Orten, — so bei Leoben, Eibiswald, Fohnsdorf, Schönegg, Rein, Parschlug, Köflach, Trofaiach, Trifail, Liboje, Sagor —, mehr oder minder mächtige Flötze von meist gemeiner Braunkohle. Nach v. Ettinghausen's genauer Untersuchung gehören diese Braunkohlenablagerungen
   theils zum unteren Oligocän (oder oberen Eocän), so die Ablagerungen von Trifail und Sagor;
   theils zum oberen Oligocän (oder der aquitanischen Stufe), so Eibisdorf und Fohnsdorf;
   theils zum Miocän (oder mittleren Neogen), so die Ablagerungen von Radoboj, Leoben, Schönegg, Parschlug, Köflach, Trofaiach und Goriach.

   Für die zur aquitanischen und miocänischen Formation gehörigen Ablagerungen gibt v. Ettinghausen folgende Pflanzen, deren Reste in den mergeligen Zwischenschichten hauptsächlich bei Leoben, Fohnsdorf und Parschlug in großer Zahl und Mannichfaltigkeit vorkommen, als bezeichnend an:
   a. von Gymnospermen: Taxodium distichum mioc., Sequoia Langsdorfii Brong. und Seq. Couttsiae Heer, Pinus Urani Ung., Pinus rigios. Ung.
   b. von Dicotyledoneen: Myrica deperdita Ung., Betula prisca Ett., Alnus Kefersteini Göpp., Fagus Feroniae Ung., Quercus nereifolia, Apollinis, mediterranea, Griphus, Gmelini; Ulmus Bronni Göpp., Liquidambar europaeum Braun, Populus latior Braun, Salix varians Göpp., Laurus

Haidingeri Ett., Fraxinus macroptera Ett., Vitis teutonica Braun, Parrotia pristina Ett., Tilia lignitum Ett., Acer trilobatum und Ac. decipiens Braun, Evonymus radobojanus Ung., Celastrus europaeus Ung., Ilex parschlugiana und stenophylla Ung., Zizyphus tiliaefolius Ung., Rhamnus Gaudini Heer, Juglans longifolia Heer, Cereis radobojana Ung., Cassia Memnonia Ung.

Fortsetzung. — D. Die Neogenbildungen Südbayerns. Es ist schon bei der Beschreibung des Oligocäns (§. 416) angegeben worden, daß die am Nordrande der Kalk- und Eocänalpen vorhandenen Oligocänbildungen in der nächsten Umgebung dieser letzteren steil aufgerichtet und mannichfach verworfen erscheinen, entfernter von den Alpen aber eine horizontalere Lage annehmen und am Ende in der Zone, welche durch eine von Kempten aus über den Peissenberg bis nach Traunstein gezogene Linie gebildet wird, von neogenen Tertiärbildungen überlagert werden, welche nach der Donau hin wieder durch Diluvialmassen bedeckt erscheinen, aber wahrscheinlich unter diesen letzteren den bei weitem größten Landesraum der südbayerischen Terrasse einnehmen. §. 422.

Diese südbayerischen Neogengebilde bestehen ähnlich dem daselbst vorhandenen Oligocän aus gelblichen Kalksteinconglomeraten mit sandigkalkigem Bindemittel (Kalknagelfluh), dunkelgrauen Muschelsandsteinen, grauen Blättersandsteinen, gelblichgrauem mergeligem Molassesandstein, mergeligem Sande (Meeresmolasse), Knochensand, grünlichgrauem, oft sandig-glimmerigem und dann Flinz genanntem, Mergel, kalkhaltigem Thon und Braunkohle, namentlich gemeiner, erdiger und holzfaseriger Kohle. Nach Gümbel lagert von diesen Bestandesmassen:

1) zuunterst eine aus Sandstein, mergelig-sandigen und thonigen Schichten bestehende Süßwasserbildung, die sogenannte gelbgraue Blättermolasse, welche in ihren Lagen zahlreiche Blätter von Cinnamomum Scheuchzeri und Rossmässleri Heer, Cassa phascolites Ung., Myrica salicina Ung., Ulmus minuta Göpp. u. s. w. enthält;
2) über diesen Schichten die obere Meeresmolasse, welche 103 Arten Conchylien (Ostrea crassissima Lam., Pecten Beudanti Bast., Arca turonica Duj., Nucula laevigata Sow., Cardium echinatum Lin., C. multicostatum Brocc., Turritella cathedralis Brong., Ancillaria glandiformis Lam. u. s. w.) umschließt und daher einen wahren Muschelsandstein bildet;
3) über dieser Meeresmolasse abermals eine Süßwasserbildung (Obere Süßwassermolasse), welche aus einem Schichtencomplexe von Kalkconglomerat, Flinz, Mergel, Tegel und Schieferthon mit Braunkohlenflötzen besteht und Land- und Süßwasserconchylien (Helix, Clausilia, Unio, Paludina, Planorbis) einschließt;
4) zuoberst eine, durch Knochen von Mastodon, Rhinoceros und anderen Säugethieren ausgezeichnete, Ablagerung von Geröllen und Sand (— Knochenführender Sand bei Ulm, Ingolstadt, Dachau und Regensburg).

§. 423. **Fortsetzung.** — E. **Die Neogengebilde der Schweiz.** — Diese über der rothen Molasse in der ganzen westlichen Schweiz vorkommenden Gebilde bestehen von unten nach oben:

a. aus Miocänbildungen und zwar:

1) aus der grauen Molasse, einer mehrere hundert Fuß mächtigen Süßwasseretage, welche der Mainzer Stufe Mayer's entspricht und namentlich Cerithium lignitarum Eichw., Cer. mediterraneum Desh., Turritella turris Bast., Columbella miocenica May., Murex turonensis Duj. und M. plicatus Brocc. enthält;

2) aus Muschelsandstein (vom Genfer See aus durch die Cantone Waadt, Freiburg und Bern bis an den Randen bei Schaffhausen) oder aus subalpiner Molasse (von der Saane über Luzern bis nach Rorschach und St. Gallen), beides Meeresbildungen, welche der helvetischen Stufe Mayer's, sowie der oberen Meeresmolasse in Bayern entsprechen und sehr reich an Conchylien-Arten sind, von denen noch gegenwärtig viele theils in den tropischen Meeren, theils im Mittelmeere lebend vorkommen;

b. aus Pliocänbildungen, welche in der östlichen Schweiz das Hügelland der Cantone Zürich und Thurgau zusammensetzen und daselbst namentlich aus weißen Sandsteinen, Mergeln, Kalksteinen, bituminösem, — Limnaeen, Planorben und Heliciten einschließendem, — Stinkkalke und einigen Pechkohlenflötzen bestehen; bei Oeningen im badenschen Seekreise aber aus einem Complex von bläulichgrauem Mergel mit Sandstein und darüber aus einem plattenförmig abgelagerten Kalksteine („Oeninger Kalkstein"), welcher über 475 Pflanzenarten (Populus mutabilis, Carpinus pyramidalis, Ulmus minuta und Braunii, Laurus princeps, Colutea antiqua u. s. w.) und 922 Thierarten, darunter 844 Insecten, namentlich Käfer, 28 Arten Arachniden u. s. w. einschließt, zusammengesetzt sind.

Dieser Kalkstein lagert am schönsten am Abhange des Schienenberges, eine halbe Stunde von Oeningen.

§. 424 **Fortsetzung.** — F. **Die Neogenbildungen des Mainzer Beckens.** — Ueber dem Cyrenenmergel des Oligocäns lagern im Mainzer Becken zunächst Miocängebilde und dann über diesen Pliocän-Ablagerungen.

I. Die Miocänbildungen bestehen von unten nach oben aus folgenden Ablagerungszonen.

1) Zuunterst lagern:

α. im äußersten Westen des Beckens:	β. weiter abwärts am Rhein:	γ. in der Wetterauer Seitenbucht:
Süßwasserkalk;	Brackischer Cerithienkalk und Sandstein;	Sandsteine mit Blätterabdrücken oder Sand.

Ueber allen diesen localen, aber gleichalterigen, Ablagerungen befinden sich Schichten mit Corbicula Faujasi (Corbicula-Schichten), und dann über diesen Litorinellenkalksteine mit Thonen und Braunkohlen.

Unter dieſen ebengenannten Ablagerungen des Miocäns zeigt §. 424.
ſich der Blätterſandſtein namentlich mächtig entwickelt in der Wetterau von Münzenberg bis Nauheim. Der Complex ſeiner Schichtenzone zeigt zuunterſt ein dunkelbraunes Conglomerat, darüber einen rothen Sandſtein mit einigen Jaspiszwiſchenſchichten und über dieſem eine bis 250 Fuß mächtige Ablagerung von buntfarbigem, ſehr feinkörnigem Sandſtein, welcher ſehr viele Abdrücke von Blättern, z. B. von Sabal major Ung., Myrica Ungeri Heer, Carpinus grandis, Ulmus plurinervis Ung., Planera Ungeri Ett., Cinnamomum Scheuchzeri u. ſ. w., enthält. — Statt dieſes Blätterſandſteins tritt in Rheinheſſen, z. B. bei Nierſtein, Oppenheim, Oberolm bis in die Umgegend von Landau ein reiner Kalkſtein und bei Hochheim bis Hanau hin ein Sandſtein auf, welcher ebenſo wie der erſtgenannte Kalkſtein ſehr zahlreiche Cerithien (Fig. 441), namentlich Cerithium Rathii Braun, Cer. plicatum, Cer. cinctum und Cer. submargaritaceum Braun, enthält (daher: Cerithienkalkſtein und Cerithienſandſtein). Als ein den Cerithienkalk vertretendes Glied iſt der bei Hochheim und Ilbesheim vorkommende, zahlreiche Helix- und Pupa-Arten enthaltende, Landſchneckenkalk zu betrachten. Auf dem Cerithien- oder Landſchneckenkalke lagert dann am weſtlichen Theile des Mainzer Beckens (bei Kreuznach, Oppenheim, Neuſtadt eine Zone von Kalkſtein und Thon, deren Schichten durch ſehr zahlreiche Exemplare von Corbicula Faujasi charakteriſirt ſind (Corbicula-Schichten).

Fig. 441.
Cerithium margaritaceum Brong.

2) Ueber allen dieſen Ablagerungen folgt nun die Zone des Litorinellenkalkſteines. Dieſe iſt die ausgedehnteſte und mächtigſte Etage des Mainzer Beckens; beſteht aus Wechſellagerungen von grünlichgrauen Mergeln und Letten mit weißlichgrauem oder gelblichem Kalkſtein, welcher oft faſt nur aus den Gehäuſen der kleinen Litorinella acuta oder auch der Congeria Brardi und des Mytilus Faujasi zuſammengeſetzt erſcheint, nebenbei aber auch viel Land- und Süßwaſſerconchylien (Paludinen, Limnaeen, Clauſilien und Helixarten) enthält; — und iſt in der Wetterau nach oben mit bedeutenden Thon- und Braunkohlenlagern verbunden.

α. In Rheinheſſen finden ſich ſtatt der Braunkohlenlager über dem Litorinellenkalk nur plattenförmige Kalkſteine, Sand und Thon oder auch glimmerreiche Sandſteine, welche z. B. bei Laubenheim und Bodenheim Blätter-Abdrücke von Quercus furcinervis Ung., Qu. cuspidata Ung., Fagus castaneaefolia Ung., Liquidambar europaeum Braun, Bumelia Oreadum Ung. u. a. enthalten.

β. In der Wetterau und am Vogelsberge dagegen lagert über

dem Litorinellenkalk und Litorinella haltigem Thone ein Schichtencomplex von bituminöſem Letten (Braunkohlenletten), Thon und Braunkohlen, welcher von einem harten, Blätter führenden, Sandſteine (oberem Blätterſand) bedeckt wird. In dieſen Schichtmaſſen kommen ebenfalls ſehr zahlreiche Gehäuſe von Litorinella acuta und anderen Conchylien des Litorinellenkalkes vor, ſo daß man annehmen muß, daß dieſe wetterauiſche Braunkohlenformation und der Litorinellenkalk zu einer und derſelben Etage gehören. Dieſe Braunkohlenformation zeigt in ihren Lettenſchichten Blätter vorzüglich von Quercus (furcinervis), Magnolia, Ficus, Liquidambar und Cinnamomum, während die Braunkohlen ſelbſt aus zuſammengeſchwemmten Stämmen von Sequoia Langsdorfi, Glyptostrobus europaeus und Pinus maritima zu beſtehen ſcheinen. Im Uebrigen iſt wahrſcheinlich die Braunkohlenformation im Eder- und Fuldabecken als eine nördliche Fortſetzung der wetterauiſchen Kohlenbucht zu betrachten.

II. Die Pliocänbildungen des Mainzer Beckens füllen die letzten Tümpfelreſte des ehemaligen Sees aus und beſtehen außer einigen poſtbaſaltiſchen Braunkohlenablagerungen vorherrſchend aus einer 6 bis 10 Meter mächtigen, zahlreiche Säugethierknochen (namentlich von Dinotherium giganteum, Mastodon angustidens, Rhinoceros incisivus, Hippotherium gracile, außerdem von 5 Schweine-, 5 Hirſch- und 4 Katzenarten) enthaltenden, Geröll- und Sandablagerung („Knochenſand"), welche mehrere kleine Mulden, ſo zwiſchen Oppenheim und Guntersblum, bei Heppenheim und namentlich bei Eppelsheim unweit Worms (— daher die Bezeichnung: Sande von Eppelsheim —), ausfüllen und gewöhnlich unmittelbar dem Litorinellenkalke auflagern.

§. 425. **Fortſetzung. — G. Die Neogenbildungen Norddeutſchlands.** — An die miocänen Braunkohlenablagerungen der Wetterau und des Vogelsgebirges ſchließen ſich an:

I. Die miocänen Braunkohlenformationen der Rhön. — Wie ſchon im §. 414 angegeben worden iſt, ſo befinden ſich am Rande des von Süd nach Nord ziehenden und vorherrſchend aus Buntſandſtein (am Nord- und Oſtrande auch aus Muſchelkalk), beſtehenden Hochplateaus mehrere Thäler, ſo am Nordabhange das Fuldathal, am Weſtabhange das Ulſter- und Fuldathal, am Südabhange das Sinnthal. In den Seitenbuchten aller dieſer Thäler nun befinden ſich, hauptſächlich da, wo Baſalte durchgebrochen erſcheinen, mehr oder minder beträchtliche Ablagerungen von gemeiner Braunkohle und Lignit. Einige dieſer Ablagerungen ſind antebaſaltiſch und mitteloligocän, ſo die von Sieblos unweit Tann, andere dagegen gehören ihren Pflanzenreſten nach zu den inter- oder poſtbaſaltiſchen und miocänen Bildungen, ſo namentlich die oberen Ablagerungen von Kaltennordheim, welche in einer Muſchelkalkbucht lagern (ſiehe die Braunkohlenüberſicht im §. 414), ferner die Kohlenablagerung des

Eisgrabens bei Fladungen, welche über Baſalttuff und Baſalt §. 425.
lagert und wieder von Baſalttuff bedeckt wird, endlich die Kohlenablagerung bei Biſchofsheim, welche über Muſchelkalk lagert, zwiſchen ſandigen Alaunthonlagen fünf Kohlenflötze enthält und von einem, mit Baſaltgeröllen untermengten, graulichgelben Thone bedeckt wird. Dieſe letztere Kohlenbildung gehört ihren Pflanzenreſten nach zum Obermiocän, vielleicht auch zum Pliocän.

II. Die Neogenbildungen des nordweſtlichen Deutſchlands. — Sie bilden unter dem Diluvium der ſchleswig-holſteiniſchen Halbinſel, Lauenburg, Mecklenburg bis zur Priegnitz hin, des nördlichen Hannovers, Oldenburgs, des weſtlichen Weſtphalens und dann noch des nördlichen Hollands, — kurz der ſämmtlichen Küſtenländer der Nordſee weit ausgedehnte Ablagerungen, welche, ſoweit bis jetzt bekannt iſt, alle den Miocänformationen angehören. Nach Beyrich zerfallen dieſe norddeutſchen Miocängebilde in eine untere und eine obere Stufe.

1) Die untere Stufe oder das Holſteiner Geſtein Beyrich's beſteht nur aus loſen Geröllen und Blöcken eines Sandſteines, deſſen zuſammenhängende Maſſen wahrſcheinlich früher den Untergrund des ganzen Landesgebietes gebildet haben. Dieſe Sandſteinblöcke ſind über das ganze öſtliche Gebiet von Schleswig-Holſtein und über Lübeck bis Schwerin hin verbreitet und gehören wahrſcheinlich dem Untermiocän an.

2) Die obere Stufe umfaßt zunächſt Beyrich's Lager des unteren Elbgebietes, erſtreckt ſich aber auch über Schleswig, die Inſel Sylt, Holſtein, Lauenburg, Lübeck, Mecklenburg, die Priegnitz und überhaupt durch alle Landgebiete der Nordſee bis nach Holland und beſteht vorherrſchend aus einem ſchwarzgrauen oder dunkelbraunen, meiſt ſehr fetten und plaſtiſchen, ſtets mit ſilberweißen Glimmerſchüppchen untermengten und oft auch mehr oder weniger Sand haltigen, Thon, welchen Forchhammer Glimmerthon genannt hat. Dieſer Thon iſt ſehr reich an Conchylien, unter denen am meiſten hervortreten:

von Conchiferen: Nucula Haesendonckii Nyst, Nucula Georgiana Semp. und Nuc. margaritacea Lam., Pectunculus Phillipsii Desh., Isocardia cor Lin., Astarte anus Phil., Astarte vetula Phil., Limopsis aurita Brocc., Corbula gibba Olivi.

von Gaſtropoden: Aporrhais alata Eichw., Murex spinicosta Bronn, Tiphys horridus Brocc., Cancellaria subangulosa, Pyrula reticulata Lam., Fusus eximius Beyr., Fusus politus Ren., Fusus semiglaber Beyr., Fus. distinctus Beyr., Nassa tenuistriata Beyr., Columbella attenuata Beyr., Conus antediluvianus Brug., Pleurotoma intorta Brocc., Pleur. turricula Brocc., Turritella subangulata Brocc., Ringicula auriculata Mén.

Seine Mächtigkeit beträgt 50 bis 100 Meter. Da, wo — wie auf der Inſel Sylt (am Morſum-Kliff) oder in Schleswig

bei Spandetgaard —, der ganze Complex dieſer Glimmerthonzone vollſtändig entwickelt iſt, zeigt er von unten nach oben:

a. zuunterſt Kaolinſand, ein Gemenge von Quarzkörnern, Kaolin- oder Feldſpathbröckchen (wie beim Spathſand Meyn's) und ſilberweißen Glimmerſchüppchen;

b. über dieſem Kaolinſand der eigentliche, oben beſchriebene, Glimmerthon, welcher häufig plattgedrückte Septarien eines hellgrauen, glimmerreichen Cämentſteines mit Vivianitadern oder Thoneiſenſtein-Nieren umſchließt;

c. zuoberſt Limonitſandſtein, deſſen Quarzkörner und Glimmerſchuppen durch roſtbraunes Brauneiſenerz verkittet ſind.

Außer Sylt und Spandetgaard in Schleswig ſind noch folgende Localitäten, an denen der Glimmerthon gut entwickelt iſt, zu erwähnen:

1) das hohe rechte Elbufer zwiſchen Altona, Blankeneſe (am Süllberg) und Schulau;
2) auf der hohen Geeſt ſüdöſtlich von Elmshorn beim Dorfe Lieth;
3) bei Glückſtadt, wo der ſchwarze Glimmerthon eine Mächtigkeit von 100 Metern hat;
4) in Mecklenburg bei Wendiſch-Weningen unweit Dömitz und bei Bokup;
5) in der Weſtpriegnitz bei dem Dorfe Gühlitz, das öſtlichſte Vorkommen des Obermiocäns;
6) in Hannover bei Harburg an der Chauſſee nach Buxtehude, bei Lüneburg, bei Osnabrück an beiden Ufern der Haaſe, namentlich am Piesberge, dann nördlich Bramſche zwiſchen Berſenbrück, Ankum, Bergen und Alfhauſen;
7) in Weſtphalen bei Dingden zwiſchen Bocholt und Weſel;
8) in Holland bei Winterswyck, Zutphen und anderen Orten der Provinz Geldern.

§. 426. **Die Neogenbildungen Englands.** — Zu dem Miocäne Englands rechnet man gelbe Sandſchichten mit untergeordneten Lagen von Eiſenſandſteinen, welche Steinkerne von Terebratula grandis, Astarte, Nucula, Leda, Arca, Pyrula und Emarginula enthalten und über der Kreide bei Folkſtone, Paddlesworth, Maidſtone und anderen Orten in Kenth vorkommen. Dagegen wird das Pliocän durch den in Suffolk, Eſſex und Norfolk auftretenden Crag vertreten. Unter dieſem Crag verſteht man in England einen Complex von Ablagerungen, welche vorherrſchend aus Bryozoën- und Conchylienſchalen reichen, weißen Kalkmergeln, Quarzſand, Geröllen und Lehm oder Thon beſtehen. Man unterſcheidet von ihm folgende Lagen von unten nach oben:

1) Zuunterſt den weißen oder corallinen Crag, welcher zwiſchen den Flüſſen Alde und Tour mit einer Mächtigkeit von 10 Metern auftritt und aus weißen, kalkigen Mergeln beſteht, welche mit Schalen von etwa 350 Conchylienarten und 130 Bryozoënarten erfüllt ſind;
2) darüber den rothen oder red Crag, welcher aus eiſenſchüſſigem Quarzſande beſteht, bis 12 Meter mächtig wird und 256 Conchylienarten umſchließt, von denen aber viele aus dem, unter ihm lagernden, Corallencrag oder Londonthon abſtammen;

3) den Norwich- oder fluviomarinen Crag, welcher namentlich an den Ufern der Yare und an der Meeresküſte von Weybourne bis Cromer unmittelbar über der Kreide lagert, aus einer 7 Meter mächtigen Ablagerung von Sand, Lehm und Geröllen beſteht und zahlreiche Meeres-, Süßwaſſer- und Landconchylien enthält, unter denen ſich viele noch jetzt in dem britiſchen Meere lebende Arten (Fusus striatus und F. antiquus, Turritella communis, Cardium edule, Cyprina islandica u. a.) befinden;

4) zuoberſt die bei Chillesford, unweit Woodbridge in Suffolk, über dem rothen Crag lagernden, 7 Meter mächtigen, Sande und Thone (Chillesford and Aldeby beds) mit zahlreichen Conchylienarten, von denen nur 9 Procent ausgeſtorben ſind, während zwei Drittel des Reſtes noch gegenwärtig in den arktiſchen Meeren leben.

Die Neogen- oder Subapenninenformation Italiens und Siciliens. §. 427. — Von Aſti in Piemont aus breiten ſich zu beiden Seiten der, aus Jura-, Kreide- und Nummulitenformation beſtehenden, Apenninen eine Menge von Hügeln aus, welche aus Pliocänbildungen oder aus der ſogenannten Subapenninenformation beſtehen. Dieſe, wohl 600 Meter mächtigen, Pliocängebilde beſtehen von unten nach oben:

1) aus bläulichen oder bräunlichen, feinen Quarzſand und Glimmerſchuppen haltigen, Thonmergeln, welche da und dort, z. B. bei Volterra und Caſtellina, Lager von weißem Gyps (Alabaſter) mit prächtigen Gypskryſtallen einſchließen; und

2) darüber aus gelblichem, fein- oder grobkörnigem, Sandſteine.

Ueber dieſen Ablagerungen breitet ſich eine Decke von Geröllen mit vielen Säugethierknochen (z. B. vom Mastodon, Elephas, Hippopotamus, Camelopardalis, Megatherium, Megalonix, Mylodon, Elasmotherium, Glyptodon) aus.

Unter zahlreichen, oft ſehr wohlerhaltenen und zum größten Theile noch gegenwärtig im Mittelmeere lebend vorkommenden, Mollusken geſchlechtern treten namentlich die, auch anderwärts im Pliocän bemerkten, Gattungen Ancillaria, Arca, Conus, Corbis, Cypraea, Delphinula, Fasciolaria, Perna, Pyrula, Oliva, Sigaretus, Ringicula, Terebellum und Terebra, Turritella, Trochus u. ſ. w. hervor. Unter den, in der Umgebung von Braunkohlenlagern (z. B. im oberen Arnothale, bei Siena) vorkommenden Pflanzenarten aber erſcheinen am bezeichnendſten: Glyptostrobus europaeus Braun, Liquidambar europaeum Braun, Populus balsamoides Göpp., Salix integra Göpp., Quercus serraefolia Göpp., Platanus auroides Göpp., Platanus aceroides Göpp., Carpinus pyramidalis Göpp., Ulmus minuta Göpp., Planera Ungeri Ett., Ficus tiliaefolia Ung., Laurus princeps Heer, Zizyphus tiliaefolius Ung. und Juglans acuminata Braun, — alſo lauter Pflanzenarten, welche auch bei Oeningen oder bei Schloßnitz vorkommen und theilweiſe dem Obermiocän noch angehören.

In Sicilien ſcheinen namentlich die oberpliocänen, alſo die jüngſten aller Tertiärbildungen, vorhanden zu ſein. Sie beſtehen vorherrſchend aus Conglomeraten und Geröllen, kalkigen Sandſteinen und

Sanden, thonigen Mergeln oder mergeligen Thonen (sogenannter Creta), verschiedenartigen Kalksteinen und Muschelmergeln; erscheinen vielfach von Lavagängen durchsetzt; erreichen eine Mächtigkeit von 600 Metern und sind durch die, noch während der Tertiärperiode stattgefundenen, allgemeinen Hebungen Siciliens bis zu 800 Meter emporgehoben worden, so daß sie ganze Gebirgszüge und unter anderem auch das Grundgemäuer bilden, über welchem der Aetna seine gewaltige Bergmasse aufgethürmt hat.

Unter den in ihren Massen vorkommenden Mollusken-Arten kommen die bei weitem meisten noch gegenwärtig lebend in den sicilianischen Meerestheilen vor.

§. 428. **Die Tertiärbildungen Rußlands und Asiens.** Wie im Süden Europas und Asiens die gewaltige Zone der Nummulitenformation an dem Aufbaue der Pyrenäen, Alpen, Karpathen, des Kaukasus und Himalaya einen Antheil nimmt und dann das Oligocän im Vereine mit dem Miocäne die Vorstufen dieser kolossalen Gebirgszone zusammensetzt, so verbreitet sich im ganzen nördlichen Gebiete dieser Erdtheile eine Tieflandszone, welche an der Nordsee beginnend bis zur Behringsstraße reicht. Unter der Diluvialschuttdecke dieser Zone lagern, soweit die Erfahrung reicht, überall die neogenen Gebilde der Tertiärformation.

Von der Nordsee, aber zugleich auch von dem bayerisch-österreichischen Meere an bis in die Nähe des Aralsees hin dehnte sich an der Stelle des jetzigen Rußlands ein weites Meer, das *sarmatische Meer*, aus. In diesem Meere lagerten sich außer dem Meeresschutte auch alle die Sande, Thone, Mergel und Kalksteine ab, welche ihm durch die Ströme des österreichischen Meeres zugeführt wurden. Die Folge davon war, daß die in dem nördlichen Theile dieses sarmatischen Meeres sich entwickelnden neogenen Ablagerungen in petrographischer und palaeontologischer Beziehung viel Uebereinstimmendes mit den Tertiärbildungen des nördlichen Deutschlands erhalten mußten, während im südlichen sarmatischen Meere (also in Südrußland) die sich bildenden neogenen Ablagerungen den Charakter der halbbrackischen miocänen Bildungen des Wiener Beckens erhielten.

Zusatz. Außer in den bis jetzt beschriebenen Landesgebieten Europas und Asiens kommen auch auf den südasiatischen Inseln (z. B. auf Java), in Japan, an der Ost- und Westküste der nordamerikanischen Gebirge, sowie im Mississippithale, in Grönland, wo sich merkwürdiger Weise Braunkohlenlager befinden, welche aus denselben Baumarten (Sequoia, Cupressiten, Piniten) entstanden sind, wie die deutschen, in Island u. s. w. Tertiärgebilde namentlich aus der oligocänen und miocänen Formation vor.

2. Die Diluvialformationen.

§. 429. **Ablagerungsgebiete und Bildungsagentien im Allgemeinen.** — Am Schlusse der Tertiärperiode waren die meisten derjenigen Binnenseen, welche in den Thalgebieten der Gebirgs- und Bergländer lagerten, theils

durch die in sie einmündenden Flüsse, theils durch das, von ihrer gebirgigen Umgebung ihnen zurinnende, Regen- und Quellwasser mit Pflanzen- und Mineralschutt so ausgefüllt, daß sowohl das in ihren Becken vorhandene, wie auch das ihnen noch fortwährend zugeführte Flußwasser entweder sein bisheriges Sammelbecken ganz verließ und es trocken legte, wenn dasselbe einen Abzugscanal besaß, oder bei Ermangelung eines solchen sich über den Ausfüllungsmassen seines zeitherigen Beckens staute, und dadurch im Verlaufe der Zeiten so hoch anschwoll, daß es nicht nur sein ganzes näheres Thalgebiet, sondern auch alles entfernter liegende Land bis hoch in die Berge in einen See umwandelte, in alle Schluchten, Spalten und Höhlen seiner Umgebung eindrang, und dabei alle Thiere, welche nicht klettern und in die noch wasserfreien Regionen der Gebirgsländer flüchten konnten, die ganze Pflanzenwelt der Thäler und Tiefebenen verschlang und unter seinem mitgeführten Schlamme vergrub, bis es sich endlich einen Abzugscanal erbrochen hatte, durch welchen es soweit abfloß, daß das von ihm erfüllte Landesgebiet bis zu seiner tiefstgelegenen Längenaxe hin allmählich trocken gelegt wurde und nur noch dem, in das ehemals vorhandene Seebecken mündenden, Flusse eine, im Zeitverlaufe sich immer tiefer in dem vorhandenen Schlamme eingrabende, Stromrinne bot. Um vieles erhöht wurde dieses gewaltige Wirthschaften der Gewässer im Binnenlande noch dadurch, daß in manchen Landesgebieten, so z. B. der Alpen, gegen das Ende der Tertiärzeit sehr starke Erderschütterungen und in Folge davon nochmals mächtige Hebungen und Verschiebungen der schon vorhandenen Gebirgsketten eintraten, durch welche die in den Thälern zwischen diesen Ketten vorhandenen Gewässer gedrängt, gestaut und nach den niederen Landesräumen hin getrieben wurden, wo sie sich nun ansammelten, bis sie sich an den sie einschließenden Gebirgswällen einen Abflußcanal erbrochen hatten. §. 429.

Und während dieses alles im Binnenlande stattfand, hatte auch das junge Land zwischen den Gebirgsländern und dem Strande des Meeres keine Ruhe. Durch den Druck der über ihnen lagernden Schuttlasten gepreßt, sowie auch durch die gegenseitige Anhaftungskraft getrieben, verdichteten sich die Massen der unteren Ablagerungen so stark, daß ihr Volumen um vieles geringer wurde. In Folge davon sanken nicht blos diese unteren Ablagerungen, sondern auch die über ihnen liegenden und schon durch ihr eigenes Gewicht niederwärts getriebenen Schuttmassen allmählich vom damaligen Meeresstrande aus landeinwärts immer weiter in den Schooß des Meeres zurück, bis in Europa die Fluthen des letzteren den Rand der Mittelgebirgsländer erreichten und von diesem aus auch noch mehr oder weniger weit in die nach Nord oder Nordwest hin offenen Thalbuchten der letzteren eindrangen.

So war denn am Schlusse der Tertiärperiode wieder der größte Theil allen Tieflandes, mit Ausnahme einiger aus ihrer Oberfläche höher aufragenden Berginseln wieder vom Meere verschlungen, so daß beim Beginne der Diluvialperiode der Umfang der Landesmassen an der Erdoberfläche im Allgemeinen wieder ziemlich derselbe war, wie am Schlusse der Eozän- oder Kreidezeit und über-

§. 429. haupt, — soweit die Beobachtung bis jetzt gelehrt hat, — folgende Landesgebiete über dem Meeresspiegel hervorragten:

a. in Europa: die skandinavisch-finnische Insel; — die mitteleuropäische, vom Karpathenlande aus nach Nordwesten hin sich verschmälernde und etwa bis zur Spitze des Teutoburger Waldes reichende; — die englische; — die südfranzösische mit der Auvergne; die pyrenäische; — die alpine; — die apenninische Insel;

b. in Afrika: die Atlasinsel; — die hochsudanische; — die ostägyptische Insel;

c. in Asien: die Ural-, Kaukasus-, Altai- und Himalaya-Insel;

d. in Amerika: die Oregon- und Alleghany-Insel u. s. w.;

und demnach beim Beginne der Diluvialperiode das Meer in Europa, ganz Norddeutschland und Rußland bis zum Ural und über diesen hinaus Nordasien bis fast zur Behringsstraße, in Afrika vom atlantischen Meere an die ganze Sahara bis Aegypten; in Amerika die ganze Westseite, das Mississippithal und auch ganz Centralamerika bedeckte.

Während nun dieses alles beim Beginne der Diluvialperiode stattfand, wurden auch die klimatischen Verhältnisse anders. Wie früher schon mitgetheilt, so hatte sich schon während der Tertiärperiode eine Sonderung dieser Verhältnisse rings um den Erdball herum in der Weise vollzogen, daß z. B. in Europa während der Neogenzeit schon zwei Klimazonen, nemlich eine südliche, warm temperirte, zum Theil noch subtropische, und eine nördliche gemäßigte, zum Theil noch mediterrane, herrschten. Mit dem Beginne der Diluvialzeit traten nun aber Verhältnisse ein, durch welche Anfangs diese Klimasonderung sehr schwankend, ja das damals noch vorherrschend mildwarme Klima in ein nordisch-kaltes umgewandelt, und erst nach dem Vorübergange dieser Katastrophe so vorwärts geführt wurde, daß die noch gegenwärtig den Erdball umgürtenden Klimazonen zum Vorscheine kamen.

Durch die gewaltigen und in fortwährender Verdunstung begriffenen Wassermassen nemlich, welche damals die Erdoberfläche bedeckten; ferner durch die mit Wasserdampf überfüllte und unaufhörlich viel Wärme bindende Atmosphäre; endlich aber auch durch die kalte Polarströmung, welche freien Zutritt zu den Landesgebieten Europas, Asiens und Amerikas hatte, da sie in Europa z. B. durch nichts weiter gehemmt wurde als durch die isolirt emporragende skandinavische Gebirgsinsel, — wurde im Allgemeinen das damals herrschende Klima sehr stark herabgedrückt. In Folge von allen diesen Verhältnissen wurde zunächst das Klima an den isolirt ins Luftmeer hineinreichenden, damals noch nicht so stark durch die Atmosphärilien abgenagten und darum sich weit höher als gegenwärtig erhebenden, Gipfeln der Hochgebirge so niedrig, daß sich diese letzteren mit einer immer dicker werdenden, Anfangs schneeigen, später aber eisigen, Decke überzogen. Zuerst geschah dieses wohl an der skandinavisch-finnischen Hochplateau-Insel, welche geradezu unter einer zusammenhängenden, alles gleichmäßig überziehenden, Eismeerdecke vergraben wurde; dann später in Folge der, durch diese nordische Eisbedeckung stärker werdenden, Kälte der Polarströmung an den mitteleuropäischen Gebirgszügen und zuletzt unter dem

Einflusse der von diesen letzteren ausgehenden eisigkalten Luftströmung an den südeuropäischen Hochgebirgen, den Pyrenäen und Alpen, so daß während der Diluvialzeit in Europa drei mächtige, von Westen nach Osten ziehende, mit ihrer ganzen Breitseite den nordischen Polarluftströmen preisgegebene, Eis- oder Gletscherzonen entstanden, nemlich §. 429.

1) eine nordische, skandinavisch-finnische, älteste;
2) eine mitteleuropäische, die Gebirge Englands und Mitteldeutschlands umfassende, jüngere;
3) eine südeuropäische, die Pyrenäen und Alpen umfassende, alpine und jüngste Vereisungs- oder Gletscherzone.

Indem nun aber die nächstliegenden unteren Regionen dieser Eisgipfel eben durch das Eis ihrer nächsten Umgebung immer mehr abgekühlt wurden, rückte diese Eisdecke immer weiter bergabwärts, bis sie zuletzt die Thalsohlen erreichte und sich nun in diesen schollen- und schichtweise so über einander häufte, daß sie zuletzt auch die noch nicht mit Eis bedeckten Bergketten in der Umgebung der letzteren überschritt und auch diese vergletscherte. Und wo die Gletscherbildung nicht bergabwärts in der eben angegebenen Weise vorwärtsdrang, da schoben die Eismeere der Hochgebirge ihre Gletscherströme hin, so daß durch diese die Thäler und niederen Hügelgebiete vergletschert wurden. Gelangten aber diese Eismassen mit ihren Strömen an Seenbecken oder an den Strand des Meeres, so trugen die Fluthen dieser letzteren ihre losgerissenen Schollen als Inseln mit allem Steinschutte, mit welchem sie sich auf ihrem Zuge aus ihrer Umgebung beladen hatten, weit weg, bis sie in Gegenden kamen, wo sie entweder auf Untiefen strandeten und liegen blieben oder durch stärkere Sonnenwirkung schmolzen und ihren Felsschutt in die Tiefen des Meeres sinken ließen.

In dieser Weise wurden in der ersten Hälfte der Diluvialzeit in Europa hauptsächlich folgende Landesgebiete vergletschert:

1) die ganze skandinavisch-finnische Eisgebirgsinsel; sie schob ihre Eismassen strahlig nach Westen zur Nordsee bis Schottland-England, nach Osten ins sarmatische Meer bis zum Ural, nach Süden ins deutsche Meer bis zum Mittelgebirgswall und selbst noch in dessen Thäler hinein;
2) der deutsche Mittelgebirgsbogen da, wo seine Gebirgsgipfel noch die Höhe von 4000 bis 8000 Fuß hatten.

> **Bemerkung:** Da die Theile des deutschen Mittelgebirgsbogens muthmaßlich die geologisch ältesten des mittleren Europas und darum auch am längsten schon durch die Atmosphärilien und das Wasser benagt worden waren, so daß man annehmen kann, daß das Hauptbildungsmaterial aller sandstein- und thonreichen Formationen des mesozoischen Zeitalters aus ihrer theilweisen Zerstörung hervorgegangen war, so ist wohl die Muthmaßung gerechtfertigt, daß zur Zeit der diluvialen Gletscherbildungen viele von ihnen schon so niedrig waren, daß sie sich nicht mehr zur Erzeugung einer dauernden Eisbildung geeignet zeigten.

3) die Alpeninsel. In der Schweiz füllten die Gletscher mit einer Mächtigkeit von 1000 bis 1500 Metern an der Nord-

§. 429. seite der grauen, Walliser, Berner, Gotthard- und Graubünd Alpen alle Thäler aus, so namentlich das ganze Arve- und Rh thal, durch welches sie dann zum Genfer See und nach Ausfüll desselben bis in die Hochthäler des Juras drangen, — sowie Aar-, Reuß-, Linth- und Rheinthal, durch welches sie sich Bodensee und über denselben hinaus nach Schwaben und Ba schoben. Nicht minder waren die Thäler der deutschen Alpen Gletschermassen erfüllt. In den Tyroler Alpen z. B. waren es gewaltige Eismeere, welche ihre Gletscherströme nord- und südw sendeten. Das erstere derselben umfaßte die Hochketten des Or und erfüllte mit seinen Eisströmen nicht nur das ganze Etsch gebiet bis zur Höhe von 1200 Meter, sondern schob auch s Gletscherströme bis in die Poebene; das zweite aber überdeckte Oetzthaler und Stubaier Alpen, sendete seine Gletscher durch Inn-, Lech-, Isarthal bis weit in die bayerische Hochebene hi mit Eismassen von 1000 und mehr Meter Mächtigkeit; das dr endlich lagerte auf dem weit ausgedehnten Rücken des Hohen Tau und drang südwärts durch die Thalgebiete der Rienz und Dr nordwärts aber durch den Pinzgau bis zum Donauthale.

Durch diese, so weit ausgedehnte und alle höheren Gebirgsländer sam den sie umgebenden niederen Landesgebieten erfassende, Vergletscher wurde zunächst, wie im folgenden Paragraph noch näher gezeigt wer wird, nicht blos das Relief, sondern auch der Massenbestand der ober Erdrinde mannichfach verändert, sodann das während dieser Eisperiode der Erde vorhandene Pflanzen- und Thierreich theils vernichtet, theils nun eintretenden neuen Lebensverhältnissen gemäß mit neuen Geschlecht und Arten versehen, theils auch zum Auswandern in andere, ihrer Lebe erhaltung günstige, Landesgebiete getrieben; — endlich aber auch bei d später erfolgenden Wegschmelzen und Zurückziehen der Gletschermassen u Neuem eine alles niedere Land verschlingende Wasserfluth herbeigefül

Diese, nach der Glacialzeit und vorherrschend aus der Schmelzung Gletscher entstandene, postglaciale oder eigentliche Diluvialflu füllte alle die vorher mit Eismassen bedeckten Landesgebiete und de Umgebung aus, wühlte die am Schlusse der Tertiärperiode durch Was fluthen entstandenen Stein- und Erdschuttmassen sammt den in ihnen v grabenen Thierresten auf, schlämmte und schwemmte sie oft weit weg u ihren bisherigen Lagerstätten und setzte sie dann überall da, wo i Wassermassen zum zeitweisen Stillstande gelangten, so namentlich in d Buchten ihrer Stromthäler oder in den Becken ihrer Seen, so massenh ab, daß sich die von ihnen überflutheten Thäler bis hoch hinauf in Berge mit ihrem Geröll-, Kies-, Sand- und Erdschutt bedeckten. U als nun diese gewaltige postglaciale Diluvialfluth endlich sich Abzugscan erbrochen, da mußten sich die von ihnen übrig gebliebenen Wasserströ erst selbst wieder in den, von der allgemeinen Fluth abgesetzten, Schu massen eine Fließrinne nagen, welche allmählich immer tiefer und schmä wurde, so daß nun von der ehemaligen allgemeinen Schuttdecke nur n in den tiefen Seitenbuchten und an den sanft ansteigenden Gehängen

gegenwärtigen Stromthäler in verschiedenen Höhen terrassenförmige, mehr oder minder mächtige, nach den Flußthälern hin sanft abfallende, Schuttablagerungen zu finden sind, welche in ihrer Längserstreckung meist dem jetzigen Verlaufe der ihnen anliegenden Flußthäler parallel ziehen. §. 429.

Während nun im Binnenlande der Continente nach der Glacialzeit Wasserfluthen alle niederen Landesgebiete mit Erdschutt überschwemmten, traten nach dieser Zeit an den Küsten mancher Landesgebiete, so namentlich des westlichen Skandinaviens und Finnlands, wieder Landeinsinkungen ein, so daß die Fluthen des angrenzenden Meeres wieder mehr oder weniger weit das Land bedeckten und mit ihrem Stein- und Erdschutte überschütteten. Indem nun aber diese untermeerisch gewordenen Küstenländer im Verlaufe der Zeit sich wieder ruckweise und nach und nach über das Meeresniveau emporschoben, so bildete der vom Meere auf ihnen abgesetzte Steinschutt ebenfalls in dem Grade, wie sich diese Küstenländer hoben, oft mehrere stufenweise und parallel hinter einander aufsteigende, wall- oder terrassenförmige, häufig weit ausgedehnte und in ihrer Längserstreckung dem Meeresstrande parallel liegende, Geröll-, Sand- und Erdanhäufungen (— die sogenannten Åsar —), wie sie jetzt noch namentlich im südlichen Norwegen vorkommen.

Wenn nun aber auch nach dem eben Mitgetheilten in der zweiten Hälfte der Diluvialperiode die meisten neuen Erdrindebildungen durch Wasserfluthen geschaffen wurden, so kommen doch auch Ablagerungsmassen vor, welche durch die Schwemmkraft dieser Fluthen allein nicht hervorgebracht sein können. Es sind dies einzeln liegende oder wallförmig aufgehäufte Ablagerungen von mehr oder weniger glatt abgescheuerten, oft ganz kugelig abgerundeten, Felstrümmern, welche 0,5 bis 6 Fuß im Durchmesser und dann ein Gewicht haben, daß sie Wasserfluthen allein nicht transportiren können, wozu noch kommt, daß sie bisweilen in Höhen von hundert und mehr Fuß über dem gegenwärtigen Niveau des Meeres und der näher liegenden Flüsse vorkommen. So theilt G. v. Helmersen in seinen äußerst genauen „Studien über die Wanderblöcke und die Diluvialgebilde Rußlands, S. 86, St. Petersburg 1869“ mit, daß an dem westlichen Ufer der Meeresbucht bei der Stadt Lovisa am Südufer Finnlands ein mehrere Werst langes, 100 bis 120 englische Fuß hohes Ås lagert, welches aus geschichtetem Grus und kleinen, rund abgeschliffenen, verschiedenartigen Gesteinen besteht und sowohl auf dem Rücken wie an seinen, nach Osten und Westen gerichteten Abhängen ein wallförmiges Haufwerk von großen abgerundeten Granitblöcken trägt. Derselbe Gewährsmann theilt S. 88 mit, daß auf der Oberfläche des 7 Werst langen und bis 150 Fuß hohen, aus geschichtetem Sande und Geröllen bestehenden, Ås Pungaharju in Finnland abgerundete Blöcke von 6 bis 10 Fuß Länge lagern. Da nun diese Blöcke auf postglacialen, lediglich durch Wasserfluthen erzeugten, Åsars lagern, so müssen sie selbst noch jünger als diese Åsars sein, können sie folglich auch nicht durch schwimmende Gletscherinseln auf ihre jetzige Lagerstätte transportirt worden sein, wenn auch wohl vom Anfange an diese Gletscherschollen das Material zur Bildung dieser Blöcke geliefert haben. Vielmehr spricht die schichtenweise Absonderung der Åsar-Abla-

§. 429. gerungen ebenſo wie die oft vollſtändige Abrundung der Felsblöcke dafür, daß Waſſerfluthen bei ihrem Transporte mit im Spiele geweſen ſein müſſen. Da nun aber ſelbſt ſehr ſtarke Waſſerfluthen nicht im Stande ſind, Felsblöcke von mehreren Fußen im Durchmeſſer ſchwimmend zu erhalten, ſo kommt man von ſelbſt wieder auf den Gedanken zurück, daß doch wohl Eisinſeln, welche aber nicht von Gletſchern abſtammten, durch die Waſſerfluthen getrieben, dieſe Blöcke abgeſetzt haben. Und in der That iſt dieſes auch der Fall. Aber nicht von Gletſchern losgeriſſene Eisinſeln, ſondern Grundeisſchollen, wie ſie ſich auf dem, mit Geröllen, Blöcken, Kies und grobem Sande dick bedeckten, Grunde von Gewäſſern alljährlich im Winter bilden, waren die Bildner dieſer poſtglacialen Blöcke-Ablagerungen.

Das Grund- oder Waſſereis, ein poröſes oder ſchwammiges, aus zahlloſen, kleinen, ſich nicht innig berührenden, Kryſtallnadeln beſtehendes und zahlloſe Luftbläschen einſchließendes, Eis entſteht auf dem Grunde von Gewäſſern, deren Sohle mit Blöcken, Geröllen und Kies bedeckt iſt, ſchon bei einer Lufttemperatur, bei welcher ſich an der Oberfläche der Gewäſſer noch keine Spur von Eisbildung zeigt, hauptſächlich dann, wenn heftige, kalte, die Waſſermaſſe ſtark aufwühlende, Luftſtrömungen dieſer letzteren die Wärme zum Theil geraubt haben. Die Urſache von dieſer Eisbildung iſt wohl nur darin zu ſuchen, daß Gerölle, Kies und Sand gute Wärmeausſtrahler ſind, ſich in Folge davon im Herbſte ſchneller und ſtärker abkühlen, als die ſie umgebende Waſſermaſſe und dann dieſer letzteren an allen Berührungspunkten wieder ihre gebundene Wärme ſo ſtark entziehen, daß ſie zu Eis erſtarren muß.

Nach v. Leonhard's Geologie (Bd. 4, S. 300) wurden Körbe, welche an ihrer Außenſeite wohl verwahrt waren, ſo daß kein Eis von außen in dieſelben eindringen konnte, über 20 Fuß tief in die Elbe eingeſenkt und zwar zu einer Zeit, wo die Oberfläche dieſes Stromes noch ganz frei von Eis war. Als ſie am folgenden Tage wieder aus dem Waſſer herausgezogen wurden, zeigte ſich ihre innere Seite ganz mit einer Eisrinde überzogen. — Nach demſelben Gewährsmanne hat man bei Kehl am Rhein ſchon längſt gefunden, daß ſich das Grundeis nur an ſolchen Stellen bildet, wo Blöcke und Gerölle im Strombette liegen.

Den erſten Anfang der Grundeismaſſen bilden Eisnädelchen, welche ſich an die einzelnen Steine und Sandkörner ſtrahlig abſetzen, ſo daß dieſe letzteren das Anſehen von ſtacheligen Kugeln bekommen. Im weiteren Verlaufe ſetzen ſich immer mehr ſolcher Nädelchen zwiſchen den ſchon vorhandenen ſcheinbar ordnungslos ab, bis am Ende die Menge und das Volumen derſelben an jedem Steine ſo groß wird, daß ſich die Eisumhüllungen der einzelnen Steine gegenſeitig berühren, nun mit einander innig verwachſen und auf dieſe Weiſe ein eiſiges Bindemittel zwiſchen den einzelnen Sandkörnern und Steinen bilden. Jetzt reißt ſich die poröſe, ganz von Luft durchzogene Eismaſſe vom Grunde der Gewäſſer los und ſteigt ſammt den von ihr zuſammengekitteten Steinen in die Höhe, ſo daß ſie nun von den Fluthen des Waſſers mit fortgetragen werden. Wenn nun in einem regenreichen Winter die Flüſſe ſo anſchwellen, daß ihre Fluthen alles ſie umgebende Land weit und

breit überſchwemmen, dann werden die ſchwimmenden Grundeisſchollen mit all ihrem, ihrer Eismaſſe eingekitteten, Geſteinsſchutte oft weit über das niedere Land geführt. Da, wo nun dieſes letztere höher wird und eine ſogenannte Landſchwelle bildet, da ſtranden ſie und da ſetzen ſie beim Wegſchmelzen ihren Felsſchutt ſtreifen- oder wallförmig ab. So wenigſtens ſind die bisweilen weit von den Flußufern entfernt auf Aeckern und Grasfluren vorkommenden Streifen von großen, abgerundeten Geröllen z. B. in der Umgebung der Hörſchel bei Eiſenach und vieler, mit ſteinigem Grunde verſehenen Gebirgsflüſſe zu erklären. Aber auch an dem flachen, nur allmählich nach dem Lande zu anſteigenden, Strande des Meeres werden in dieſer Weiſe durch die in der Strandzone entſtandenen Grundeismaſſen Blöcke und Gerölle gehoben und weggefluthet. Denkt man ſich nun, daß ſich, wie es an den Küſten Norwegens und Finnlands der Fall war, in der poſtglacialen Diluvialzeit die Küſtengebiete unter dem Spiegel des Meeres befanden, daß ferner die Fluthen dieſes letzteren auf dieſen untergeſunkenen Landesgebieten allen, durch ſie zuſammengeſchwemmten, — und oft erſt durch die bis ins Meer reichenden Gletſcherſtröme erhaltenen —, Steinſchutt (— das Bildungsmaterial der gegenwärtigen Aſars —) wohl abgeſchliffen und geſchichtet abſetzten, daß endlich ſpäter bei dem Wiederemporſteigen dieſer untergetauchten Landesgebiete in den angrenzenden Meeresttheilen Grundeismaſſen entſtanden, welche bei ihrem Auftauchen von den Meereswogen auf die Oberfläche des ſich hebenden Landes getrieben wurden, ſo hat man wohl Grund zu der Annahme, daß die gegenwärtig oft weit vom Meeresſtrande entfernt und hoch über demſelben vorkommenden Streifen und Wälle von abgerundeten Blöcken und groben Geröllen durch ſchwimmende Grundeisſchollen und zwar zu einer Zeit entſtanden ſind, als das Landgebiet ihres Vorkommens noch nicht ſo hoch über dem Meeresſpiegel hervorragte, als es gegenwärtig der Fall iſt.

Nachdem nun auch die eben erwähnte Poſtglacialfluth ſich zurückgezogen und in die von ihr erbrochenen Abzugscanäle und überhaupt in diejenigen Betten und Becken gewälzt hatte, in denen ſie im Allgemeinen noch gegenwärtig wirthſchaftet, trat am Schluſſe der Diluvialperiode die Zeit ein, in der alle die vom Waſſer abgeſetzten Landesbildungen austrockneten und die aus Blöcken, Geröllen, Kies, Sand und Erdkrumen beſtehenden Erdrindemaſſen darſtellten, wie ſie in der Alluvialzeit hervortreten. Ehe freilich dieſe Austrocknung der jungen Landesbildungen vollſtändig zu Stande kam, trat eine Zwiſchenzeit ein, in welcher die neue Erdoberfläche der Sitz einerſeits von koloſſalen Erdſchlamm- und Torfmooren und andererſeits von wüſten Stein-, Sand- und Steppengebieten wurde.

Die Bildungsmaſſen des Diluviums im Allgemeinen. — Es ſind §. 430. im Vorſtehenden die Urſachen, durch welche die gewaltigen, alles von ihnen erreichbare Land unter ſich vergrabenden, Waſſerfluthen und Eismaſſen am Schluſſe der Tertiärperiode oder kurz nach dem Beginne der Diluvialzeit herbeigeführt wurden, kurz angegeben worden. Es bleibt nun

§. 430. noch übrig, auch die Producte aller dieſer, — nicht nur die Landesmaſſen, ſondern auch die Klimaverhältniſſe und die Organismenwelt der damaligen Zeit ſo ſehr verändernden —, Waſſer- und Eisfluthen wenigſtens in dem Gebiete Europas näher zu unterſuchen.

1) Wie oben ſchon angedeutet, ſo bildete das gegenwärtige nordeuropäiſche Tiefland in der erſten Hälfte der Diluvialperiode ein Meer, welches in ſeiner ſüdlichen, dem mitteleuropäiſchen Gebirgslande unmittelbar anliegenden, Zone ſehr ſeicht war, aber von dieſer Zone aus nach Nordweſten und Norden hin an Tiefe allmählich zunahm. In dieſer ſüdlichen ſeichten Strandzone ſetzten zunächſt alle die, aus den Gebirgsländern nord- und nordweſtwärts hervortretenden, Flüſſe ihren Landesſchutt ab, da ſie in ihrer Stromrichtung durch die von Norden her gegen ihre Mündungen heranrollenden Meeresfluthen geſtaut, zum augenblicklichen Stillſtand gebracht und hierdurch gezwungen wurden, all ihren Landesſchutt ſinken zu laſſen. Die hierdurch entſtehenden Ablagerungen beſtanden von unten nach oben aus Geröllen von Felsarten der Gebirgsländer, aus Grus und Sand von eben dieſen Felsarten, aus ſandigem Lehm und Löß und zuoberſt aus fettem Thon, welcher aber in Folge ſeiner leichten Schlämmbarkeit von den zurückfließenden Meereswogen zum größeren Theile wieder weggeſchlämmt wurde und ſich daher nur in den tieferen Randbuchten der Gebirgsländer, z. B. in der Saalbucht, anhäufte. — Indem nun aber durch dieſe Ablagerungen der Boden der Strandzone mehr erhöht wurde, ſo ſtrandeten in dieſer Zone die von Norden her ſchwimmenden Eisſchollen am erſten und ließen hier bei ihrem Wegſchmelzen alle ihre Felsblöcke und all ihren nordiſchen Sand liegen, ſo daß all dieſer, aus ſkandinaviſchen Geſteinsreſten beſtehende, Eisinſelſchutt weit in die Thalgebiete der Saale (bis Jena), der Ilm und der Unſtrut (über Erfurt, Langenſalza bis Mühlhauſen) vordrang. Nachdem in dieſer Weiſe von Neuem die erſte Tieflandsſtufe am Nordrande der mitteldeutſchen Gebirgsländerzone ſich entwickelt und über den Meeresſpiegel emporgehoben hatte, entſtanden am Rande dieſer Stufe überall da, wo noch Tertiär-, Kreide- oder Triashügel aus dem jungen Diluvialgebiete hervorragten, durch den, von den ſüdwärts fluthenden Meereswogen ausgeworfenen, Sande Dünenreihen, welche gewiſſermaßen die nördlichen Grenzwälle der neuen Tieflandszone bildeten und aus Reſten ſkandinaviſcher Felsarten beſtehen. Vielleicht gehören zu dieſen Diluvialdünenreihen die vom Nordrande der Karpathen aus nach Nordweſten zwiſchen der Weſer, Elbe und Oder ziehenden und von dieſen Strömen durchbrochenen Sandhügelzüge, z. B. des Fläming und der Lüneburger Haide. Dieſe Dünenreihe bildete nun, ähnlich wie der Rand der [illegible] länder den Haftwall, an deſſen Abhang die nordwärts [illegible] Landgewäſſer ihren Lehm, Mergel und Thon u[illegible] ſchiebenden Meereswogen ihren Sand und Eisinſ[illegible] abſetzten, bis ſich eine zweite Tieflandszone von [illegible] und Sandablagerungen ſo weit herausgebi[illegible]

über den Meeresspiegel erhob und so nun mit ihren reihenweise liegenden Blöcken abermals zahlreiche Haftpunkte bildete, an denen sich eine zweite Dünenreihe anlehnen konnte, welche nun von der jütischen Halbinsel aus in einem großen Bogen um die skandinavisch-finnische Halbinsel durch Deutschland und Rußland nordostwärts bis zum Ural zog, und an deren nördlichem Abhang die nordische Meeresfluth noch einmal skandinavischen Felsschutt so lange absetzte, als noch skandinavische Gletscherschollen durch die Meeresfluthen süd- und ostwärts transportirt werden konnten.

2) Wie nun in dem Gebiete des, in der eben angedeuteten Weise entstandenen, nordeuropäischen Tieflandes durch die nordischen Meeresfluthen und die von ihnen getragenen, skandinavischen Gletschereisschollen das Diluvialland vorherrschend durch skandinavisch-finnischen Gesteinsschutt gebildet wurde, so ließen die alpinen Gletscher ihre Blöcke und allen ihren Schutt theils unmittelbar da liegen, wo ihre Eismassen weggeschmolzen waren, so daß nun ihre Erdmoränen noch heute angeben, bis wie weit ehedem die Gletscherströme gereicht haben, theils wurden beim Zusammenschmelzen der Gletschermassen durch die hierdurch entstehenden Wasserfluthen die Moränenblöcke und aller von dem Gletschereise transportirte Gerölle-, Sand- und Erdschutt in den Schluchten und Buchten der Thäler in mächtigen Anhäufungen abgesetzt oder auch in die anliegenden Ebenen- und Terrassenländer geführt und hier zur Bildung einer weit ausgebreiteten, aus Schotter, Lehm und Sand bestehenden, Diluvialdecke benutzt.

3) In den Gebieten aller diluvialen Tiefländer, vor allen aber zwischen den Wellenhügelreihen ihrer Dünen, befanden sich nach Abzug der Meeresfluthen noch zahlreichere, größere und kleinere, tiefere und flachere Becken, in denen sich nun theils Fluß-, theils Regenwasser ansammelte und im Zeitverlaufe Seen bildete. In vielen dieser Seebecken, zumal aber in den flachen, durch Schnee- und Regenwasser gebildeten und gespeisten, ließen sich Wassermoose, Simsen, Binsen, Riedgräser, Moorhaide und andere Sumpf- und Moorpflanzen nieder und wandelten allmählich diese Seen in Torfmoore um, welche dann später meistens durch Flugsand überschüttet und in trocknes Culturland umgewandelt wurden. — Und ähnlich wie im Tieflande befanden sich in den Buchten und Thälern der Gebirge mächtige Bodenvertiefungen, in denen sich theils noch Wasser von den ehemaligen allgemein verbreiteten Seen befand, theils erst durch die Gebirgsflüsse angesammelt hatte. Manche dieser so entstandenen Seen sind wohl noch gegenwärtig zum Theile wenigstens vorhanden, andere aber sind durch den in ihr Bett von den Flüssen eingeführten Steinschutt ganz oder zum größten Theil verschüttet und noch andere in Torfmoore umgewandelt oder mit Kalktufflagern ausgefüllt worden.

Fortsetzung. — Uebersicht der Diluvialbildungsmassen. — Nach §. 431.
allem eben Mitgetheilten sind demnach die Bildungsmassen des Diluviums vorherrschend Zertrümmerungs- oder Zerstörungsproducte aller älteren Erdrindemassen, welche vom Wasser oder Gletschereise berührt, durchdrungen

und transportirt werden konnten. Der Verwitterungsproceß wandelte die zu Tage stehenden Felsmassen in Grus, Sand und Erdkrume um; das in den Absonderungsspalten der Felsen zu Eis erstarrende Wasser oder auch die sich durch Felsklüfte zwängenden Eisströme der Gletscher zersprengte die Felsmassen in ein Chaos von größeren und kleineren Blöcken, welche von den steilen Hochgipfeln der Gebirge theils auf die Eismeere der Hochthäler stürzten und dann von den Gletscherströmen weiter transportirt wurden, theils durch die furchtbare Gewalt beim Zersprengen ihrer Mutterfelsmassen getrieben bergabwärts den Flüssen und Seen der Thäler zustürzten. Alle diese Trümmermassen wurden dann durch die Wasserfluthen ergriffen und theils ohne weitere Veränderungen weiter gefluthet, theils durch Reibung derselben an anderen Felstrümmern oder an den harten, felsigen Wänden der Flußbetten abgescheuert, abgerundet und theilweise zu feinem Sand zermalmt, theils auch durch Erweichung in Schlamm umgewandelt. Hiernach spielen also die roll-, schwemm- und schlämmbaren Felstrümmer die Hauptrolle bei der Bildung der Diluvialablagerungen. Da aber namentlich das mit Kohlensäure beladene Meteorwasser auch unaufhörlich die Massen der von ihm durchdrungenen Felsgebiete chemisch zersetzte, so nahm es auch die auf diese Weise erhaltenen löslichen Zersetzungsproducte in sich auf, um sie dann später, wenn sie unter dem Einflusse der Luft und des Verdunstungsprocesses unlöslich geworden waren, an den von ihm durchzogenen Orten wieder abzusetzen. Unter den auf diese Weise erhaltenen löslichen Mineralsubstanzen machten sich am meisten bemerklich Kochsalz, kohlensaurer Kalk und kohlensaures Eisenoxydul. Mittelst ihrer schuf das Wasser einerseits Salzconglomerate, sowie Conglomerate und Sandsteine mit kalkigem und eisenockerigem Bindemittel und andererseits Kalktuff- und Limonit-Ablagerungen.

Demgemäß zeigen sich also im Gebiete des Diluviums hauptsächlich folgende Ablagerungsmassen:

a. **Gebirgsschutt.**
   1) Felsblöcke, Gerölle, Kies und Sand;
   2) Thon-, Lehm- und Löß-Ablagerungen.

b. **Mehr oder weniger fest zusammenhängende Felsarten.**
   1) Breccien, Conglomerate und Sandsteine mit kalkigem, mergeligem oder eisenoxydischem Bindemittel;
   2) Kalktuffablagerungen;
   3) Limonitlager.

Zu diesen allen gesellen sich nun noch Torfablagerungen als Repräsentanten der Braunkohlen, und Knochen- und Muschelablagerungen.

Im Folgenden sollen nun diese Bildungsmassen des Diluviums, welche ihrem Bestande nach einerseits den Tertiärgebilden und andererseits den noch in der Gegenwart sich entwickelnden Alluvialmassen entsprechen, näher betrachtet werden.

§. 432. I. Die **Diluvialblöcke** (Findlinge, erratische Blöcke oder Driftbildungen). — Große und kleine, eckige und abgerundete, Fels-

trümmer, deren Muttergeſteine gar nicht in ihrer näheren Umgebung anſtehen, und welche in der Regel an Orten lagern, zu denen gegenwärtig weder die Waſſerfluthen noch Gletſcherſtröme gelangen können. Die in den Gebieten Europas vorkommenden Blöcke dieſer Art ſind ihrer Abſtammung nach von doppelter Art. Die einen nemlich ſind durch Waſſerfluthen, welche mit Felsſchutt beladene Eisinſeln trugen, aus meiſt fernen Landgebieten an ihre gegenwärtigen Lagerſtätten geflößt (fluviatil-glaciale Blöcke); die anderen dagegen ſind unmittelbar durch Gletſcherſtröme an ihre jetzigen Lagerorte geſchoben worden (Diluvial-Moränenblöcke). Zu den erſteren gehören namentlich die Tieflandsblöcke des ſüdöſtlichen Englands, Norddeutſchlands und Rußlands; zu den zweiten aber ſind zu rechnen die Felsblöcke Schottlands, des mittleren Englands, des Schwarzwaldes, des Juras, der ebenen Schweiz, der ſüdbayeriſchen Voralpenländer, des Etſch- und Pothales. §. 432.

Erklärungen: Wie ſchon in der I. Abtheilung §. 72—78 gezeigt worden iſt, ſo tragen die Gletſcherſtröme bei ihrem Vorwärtsgleiten alle Felsblöcke und überhaupt allen Steinſchutt, welcher aus ihrer felſigen Umgebung auf ihre Oberfläche gelangt iſt, ſo weit mit ſich fort, als ſie ſelbſt vorwärts dringen. Ebenſo reißen ſie aus ihrer felſigen Unterlage alle die aus derſelben vorragenden Felsſpitzen mit ſich fort, ſo daß ihre Eismaſſe an der Unterfläche oft ganz wie eine Raſpel mit größeren und kleineren Steinſpitzen beſetzt erſcheint. Indem ſie nun aber während ihres Zuges nach den Thälern mit gewaltiger Wucht auf ihre Unterlage drücken, ſo bringen ſie mit allen den, aus ihrer Maſſe hervorragenden, Steinſpitzen auf dieſer ihrer Unterlage in der Richtung ihres Vorwärtsgleitens eine parallele Ritzung oder Streifung hervor, welche um ſo tiefer und ſtärker hervortritt, je härter und zahlreicher die aus der Unterfläche der Gletſcherſchollen hervorragenden Steinſpitzen ſind, und je ſtärker die, von ihnen auf ihre Unterlage ausgeübte, Reibung iſt. Dieſe Streifung zeigt ſich auch an allen über die Gletſcherunterlage hervortretenden Felshöckern, Klippen und Hügeln, aber dann nur an derjenigen Seite dieſer Vorſprünge, welche dem vorwärtsgleitenden Gletſcherſtrome zugewendet iſt, nicht an dem, dieſem letzteren abgewendeten, Abhange. Durch die unaufhörlich von oben nach unten nachrückende Gletſchermaſſe wird nun aber theils mittelſt der aus ihrer Unterfläche hervorragenden Steinſpitzen, theils auch durch die, auf der Gletſcherunterlage vorhandene und erſt durch deren Abreibung entſtandene Sanddecke (Scheuerſand) die Felsmaſſe der Unterlage nach allen Richtungen hin ſo abgerieben oder abgeſcheuert, daß am Ende ihre Oberfläche ſpiegelglatt wird und einen Gletſcherſchliff bildet (Fig. 442). Wenn nun ſpäter ein ſolcher Gletſcherſtrom wegſchmilzt, ſo erſcheint die von ihm ehedem geſcheuerte Felsfläche parallel geſtreift und oft auch ſpiegelglatt, ſo daß man aus dieſer Streifung und Glättung der Felsfläche nicht nur das frühere Vorhandenſein eines Gletſcherſtromes, ſondern auch die Richtung, nach welcher hin dieſer Strom vorwärtsgedrungen iſt, erkennen kann. War dann die Oberfläche eines Gletſcher-

§. 432. bettes da, wo mehrere Gletſcherſtröme aus verſchiedenen Seitenthälern zu einem einzigen zuſammenfloſſen, mit zahlreichen Felshöckern beſetzt,

Fig. 442. Polirte Felſen bei Landeron.

ſo wurden dieſe von allen Seiten her geſchliffen und in ſogenannte Rundhöcker umgewandelt, wie man dergleichen z. B. im Oberengadin am Berninapaſſe, auf der Grimſel, bei Zermatt (Fig. 443) und anderen Orten da, wo ehemals Gletſcher waren, bemerkt.

Fig. 443. Rundhöcker am Rande des Gletſchers bei Zermatt.

Außerdem iſt auch im §. 75 angegeben worden, daß die Gletſcherſtröme bei ihrem Wegſchmelzen ſowohl an ihrem unteren Ende wie auch an ihren ſeitlichen Ufern einen mit der Zeit immer mächtiger werdenden Wall von Felsblöcken, — ſogenannte Seiten- und Endmoränen — anhäufen, welche namentlich das untere Ende des Gletſchers bezeichnen und auch ſpäter, wenn ein Gletſcherſtrom nicht mehr ſo weit abwärts dringt, noch angeben, wie weit ehemals dieſer Gletſcher gereicht hat. — So iſt es im Gebiete der Gletſcher gegenwärtig. Was aber die Gletſcher noch gegenwärtig thun, das thaten ſie auch ſchon in der längſt verſchollenen Vergangenheit. Wenn man daher an Felsflächen, in deren näherer und weiterer Umgebung gegenwärtig gar keine Gletſcher mehr vorkommen, die eben erwähnte Parallelriefung und Glättung (Schliff)

auf weite Strecken hin und thalabwärts ziehend bemerkt; wenn man §. 432.
ebenſo mächtige Felsblöcke mit der charakteriſtiſchen Gletſcherſchleifung an Orten und in Höhen, wo jetzt kein Gletſcher mehr lagert, wallweiſe aufgehäuft ſieht; wenn man endlich in Thalbuchten und Ebenen ſehr feinen, aus lauter ſcharfkantigen Mineraltrümmern beſtehenden, Sand untermengt mit angeſchliffenen, mehr oder weniger ſcharfkantigen, Felsblöcken in Mächtigkeit abgelagert findet, ſo darf man wohl mit Sicherheit vermuthen, daß in allen dieſen Localitäten ehedem Gletſcher vorhanden waren. Dieſe Sicherheit verſchwindet indeſſen, wenn weder die in der eben angegebenen Weiſe vorkommenden Blöcke- und Geröllablagerungen, noch die von ihnen bedeckten Felsunterlagen Spuren von Parallelſtreifung oder Schleifung zeigen; denn wohl können in dieſem Falle die Blöcke, mögen ſie nun eckig oder abgerundet ſein, auch von Gletſchern, aber *auf ihrem Rücken*, zuſammengefluthet worden ſein, ja die meiſten Blöcke der Moränen ſtammen von Felstrümmern her, welche die Gletſcherſtröme auf ihrem Rücken thalabwärts geführt haben. Aber eben ſolche Blöcke können auch, wie die Erfahrung lehrt, durch ſchwimmende Eisinſeln, welche durch die Meereswogen transportirt werden, in Landesgebieten abgeſetzt und zuſammengehäuft werden, in deren Umgebung gar keine Gletſcher vorhanden ſind; ja ſelbſt Gebirgsſeen, welche ihre felſigen Uferwände durchbrechen, oder heftige Wolkenbrüche und in Folge deren gewaltig anſchwellende Gebirgsbäche vermögen von ſtark geneigten Gebirgsabhängen große Felsblöcke mit ſich fortzureißen und in bisweilen meilenweiter Entfernung von ihren urſprünglichen Lagerſtätten erſt wieder abzuſetzen. — Endlich darf hier auch nicht unbemerkt bleiben, daß, wenn eine Gletſcher- oder Eismeermaſſe ein Landesgebiet ſo ganz und gar überzogen hat, daß nirgends noch ein eisleerer Felsgipfel aus ihrer Oberfläche hervorragt, dieſe Eismaſſe auf ihrer Oberfläche auch keine Felstrümmer, welche ſie transportiren könnte, beſitzt und demgemäß nun auch keine Moränen aus ſolchen Blöcken bilden kann. Vielleicht läßt ſich hierdurch der Mangel an Moränen an den diluvialen Gletſchergebieten Finnlands und Schwedens erklären.

Nach allem eben über die Moränen- und Felsſchrammenbildungen Mitgetheilten iſt alſo Folgendes zu bemerken:

a. Die unteren, äußeren oder Endmoränen der Gletſcher entſtehen vorherrſchend aus den Felstrümmern, welche ein Gletſcherſtrom *auf ſeinem Rücken* forttransportirt hat, und nur zum Theil aus Trümmern, welche in der Unterfläche eines ſolchen Eisſtromes eingewachſen waren und erſt dann abgeſetzt wurden, als die ſie umhüllende Eismaſſe wegſchmolz.
   1) Die erſteren dieſer Blöcke (— d. i. die auf dem Rücken des Gletſchers fortgetragenen —) ſind in der Regel *abgerundet*, angewittert und haben an ihrer Unterfläche *keine Streifung*;
   2) die an der Unterfläche einer Gletſchereismaſſe eingefrorenen Felstrümmer dagegen ſind mehr oder weniger *ſcharfkantig*, eckig, wenig oder nicht angewittert und zeigen an ihrer Unterfläche eine mehr oder weniger *ausgeprägte Streifung*.

§. 432

b. Wenn eine Eismeermasse ein Landesgebiet so gleichmäßig überdeckt, daß keine eisfreien Felsmassen aus ihr hervortreten, so kann sie auch auf ihrem Rücken keine Felsblöcke zum Transporte erhalten und demgemäß an ihrem Fußende keine Moränen aus abgerundeten Blöcken absetzen. Und besteht in diesem Falle die von ihr geriebene Felsfläche aus leicht zermalmbaren Gesteinsmassen, z. B. aus Glimmer-, Chlorit- oder Urthonschiefer so bringt sie wohl an dieser letzteren in der Richtung ihres Fortschreitens eine deutliche Schrammung oder Schleifung, aber an ihrem Rande keine vollständige oder auch gar keine Moräne hervor. Nur einzelne, oft kleine, eckige Blöcke deuten auf eine solche Moräne hin. In diesem Falle ist also nur die Streifung der gegenwärtig eisfreien Felsoberfläche noch ein Beweis für die ehemals vorhanden gewesene Eisdecke.

c. Wenn ein Gletscherstrom bis an das Meeresufer reicht, dann schiebt seine Masse noch eine Strecke weit in das Meeresbett hinein, dann aber bricht sie ab und bildet nun eine Eisinsel, welche von den Fluthen des Oceans weitergetrieben wird. Eine solche Eisinsel kann aber zweierlei Felsschutt mit sich führen, nemlich auf ihrem Rücken liegenden und dann auch solchen, welcher an ihrer Unterfläche eingefroren ist. Da, wo sie dann später strandet und zu Wasser schmilzt, setzt sie ihren Felsschutt ab. Die im norddeutschen und sarmatischen Tieflande vorhandenen Findlinge oder erratischen Blöcke sind wohl sämmtlich durch solche schwimmende Eisinseln, welche von den skandinavisch-finnischen Gletschern abstammten, abgesetzt worden. Für diese Abstammung der Blöcke spricht die petrographische Beschaffenheit der letzteren; aber zugleich deutet auch die verhältnißmäßig frische Beschaffenheit und das Scharfkantige ihrer Gesteinsmasse darauf hin, daß sie bei ihrem Transporte der Unterfläche der Eisinseln eingeschmolzen waren und — wenigstens zum großen Theile — nicht auf dem Rücken dieser Inseln lagen. — Da nun beim Beginne des Eiszeitalters das Meer, welches Norddeutschland bedeckte, in der nächsten Umgebung des mitteldeutschen Gebirgslandes am flachsten war, so mußten auch die ersten und ältesten dieser wandernden Blöcke in den Buchten und Strandgegenden am südlichen Rande des norddeutschen Meeres abgesetzt werden, während die späteren und jüngeren, dem gegenwärtigen Meeresstrande am nächsten lagernden, erst später, als das Tiefland sich schon weiter nach Norden hin in die Höhe gehoben hatte, zur Ablagerung gelangten.

d. Mit den nordischen Findlingen sind indessen nicht zu verwechseln streifenweise vertheilte und nicht selten auch zu 20 bis 100 Fuß hohen Wällen aufgehäufte, in der Regel stark abgerundete und kleinere, nur ausnahmsweise im Durchmesser 1,5 Meter erreichende, Gerölle, welche ebenfalls im Gebiete des Diluviums, theils schon in der näheren Umgebung der erra-

tischen Blöcke, theils als Unterlage oder auch als Decke diluvialer Uferterrassen (— namentlich der sogenannten Åsars —) auftreten, aber nicht sowohl durch Gletscherinseln, welche vom Meere aus weiten Fernen herbeigefluthet worden sind, sondern vielmehr durch Grundeisschollen erzeugt worden sind.

A. Die fluviatil-glacialen Blöcke (Erratische Blöcke, Findlinge, Driftblöcke). — Von ihnen hat man zweierlei zu unterscheiden, nemlich §. 433.

1) Gletschereisblöcke: Eckige und kantige oder auch abgerundete, aber nicht abgeschliffene, meist sehr umfangreiche Blöcke, welche lose eingebettet in oder auf den Sand-, Thon- oder Lehmablagerungen des, über das südöstliche England und über das norddeutsche und sarmatische Tiefland verbreiteten, Diluviums lagern, in Deutschland südwärts durch das Saalthal bis in das Unstrutthal (bei Burgtonna und Langensalza) dringen und muthmaßlich noch an den Stellen liegen, wo ehedem die marinen Gletschereisinseln gestrandet sind;
2) Grund- oder Wassereisblöcke: Mehr oder weniger glatt abgerundete, höchstens 1,5 Meter im Durchmesser haltende, Blöcke und Gerölle, welche auf oder in den Kies-, Sand- und Erdablagerungen der ehemaligen Strand- oder Ufergebiete nicht blos des Meeres, sondern auch der Binnenlandsgewässer einzeln oder streifenweise ziemlich parallel der ehemaligen oder auch jetzigen Uferrichtung der anliegenden Gewässer lagern und wenigstens in der Umgebung der Binnengewässer von Felsarten abstammen, welche in dem Stromgebiete dieser Gewässer vorkommen.

Die wichtigeren der hierher gehörigen Gletschereisblöcke zerfallen ihrer petrographischen und paläontologischen Beschaffenheit nach in folgende Abtheilungen.

a. Krystallinische Felsarten:

α. Einfache: Quarzit; Flintgerölle, welche nicht selten Versteinerungen der Kreideformation, z. B. Echiniten, Terebrateln und Bryozoën, einschließen und aus der Kreideformation Rügens und der dänischen Inseln abstammen; — körniger Kalk (z. B. in der Umgebung Hamburgs bei Schulau).

β. Gemengte krystallinische Felsarten: Vor allen körnig-flaseriger Gneiß; dann grob- und feinkörniger Granit, welcher häufig Granaten, Turmalin, Epidot, Magneteisen, Flußspath u. s. w. enthält und nächst Gneiß das verbreitetste Gestein ist; Felsitporphyr (Elfdaler Porphyr) mit schön chokoladenbrauner Grundmasse und großen Orthoklaskrystallen; Hälleflinta; — Syenit, häufig und bisweilen haselnußgroße Zirkonkrystalle einschließend; — Diorit, oft mit großen Magnesiahornblendekrystallen (z. B. bei Liebenwalde); — Diabas und Diabasmandelstein namentlich in Mecklenburg; — Hypersthenit bei Liebenwalde in der Mark Brandenburg; — Gabbro z. B. bei Miekenhagen in Mecklenburg; Basalt und Anamesit, den Fär-Öergesteinen ganz ähnlich, namentlich im

§. 433. Gebiete zwiſchen Elbe und Weſer, z. B. zahlreich in der Lüneburger Haide.

b. Klaſtiſche Geſteine verſchiedener Art namentlich im Gebiete weſtwärts von der Oder.

Von Sedimentärgeſteinen hat Ferd. Römer („Ueber die Diluvial-Geſchiebe von nordiſchen Sedimentärgeſteinen in der norddeutſchen Ebene" u. ſ. w. im 14. Bande der Zeitſchrift der deutſchen geol. Geſellſch. S. 575—637) namentlich beobachtet:

I. Siluriſche Geſteine: Unguliten-Sandſtein; Sandſtein mit Paradoxides Tessini; Stinkkalk mit Agnostus pisiformis; Orthocerenkalk; Kalkſtein mit Pentamerus borealis; Chonetenkalk; Beyrichienkalk; Gotländiſcher Korallenkalk; Krinoidenkalk; Graptolithengeſtein. Unter dieſen ſiluriſchen Geſteinen ſind der Orthocerenkalk, der Beyrichienkalk und der Gotländer Korallenkalk die häufigſten und am weiteſten verbreiteten.

II. Devoniſche Geſteine: Sandſtein mit Placodermenreſten und mit Cocosteus; Dolomitiſches Geſtein mit Spirifer Archiaci; Sandſteine mit Spirifer Verneuilii.

III. Von Geſteinen des Steinkohlengebirges kennt man nur einen gelblichgrauen Hornſtein mit Chaetetes radians aus dem Diluvium von Oppeln in Oberſchleſien, — und aus der Dyas- und Triasgruppe hat man noch keine Geſteinstrümmer beobachtet; dagegen findet man

IV. aus der Juraformation Geſchiebe von Sandſtein mit Ammonites Parkinsoni, Sandſtein mit Ammonites makrocephalus, Kalkſteine mit Amm. Jason, Amm. cordatus, ornatus und Lamberti, mit Planulaten und mit Exogyra virgula, auch oolithiſchen Kalkſtein mit Nerineen;

V. aus der Wealdformation Kalkſteingeſchiebe mit Cyrena trigonula (nach Beyrich juraſiſch) und Melania harpaeformis;

VI. aus der Kreideformation Geſchiebe von Feuerſteinen, grauem Kalkmergel, weißer Kreide, Faxö- und Saltholmskalk;

VII. aus der Tertiärformation Bernſteinknollen und Blöcke von verkieſelten Hölzern (namentlich von Quercus primaeva).

Die Größe dieſer Diluvial-Felstrümmer iſt verſchieden und wechſelt von Kopfgröße bis zum Durchmeſſer von 8 bis 10 Metern. Auf der Inſel Fünen liegt ein 14 Meter langer Block; der ſogenannte „große Stein" bei Belgard in Pommern iſt 14 Meter lang, 12 Meter breit und 5 Meter hoch; die, aus dem Blocke des einen der bei Fürſtenwalde liegenden Markgrafenſteine verfertigte, Granitſchale im Luſtgarten in Berlin beſitzt 7,3 Meter im Durchmeſſer. Was nun die Verbreitungsverhältniſſe der nördlichen Diluvialgeſchiebe betrifft, ſo iſt zu bemerken, daß dieſelben

1) nicht nur von ihrer südlichen Verbreitungsgrenze an nach Norden, sondern auch von Südwesten nach Nordosten hin an Zahl und auch an Größe zunehmen; und §. 433.
2) hauptsächlich an den nördlichen Abhängen der Berg- und Hügelreihen zusammengehäuft erscheinen.

Aus dieser Verbreitungsart sowohl, wie auch aus ihrem petrographischen und paläontologischen Charakter ist demnach zu folgern, zunächst daß die Diluvialblöcke Norddeutschlands vorherrschend aus Schweden und Finnland abstammen, abgesehen von den Geschieben der Kreide- und Juraformation, welche, wie schon gesagt, von Rügen, Seeland, Usedom, Falster, Gristow und Wollin entnommen sind; sodann daß die Richtung, in welcher namentlich die Versteinerungen führenden Sedimentgesteinsgeschiebe fortbewegt worden sind, von Nordosten nach Südwesten zeigt; endlich, daß die aus den russischen Ostseeprovinzen abstammenden Geschiebe gegen Westen hin die Oder nicht überschreiten, während die aus Schweden herzuleitenden Silurgeschiebe sich über das ganze norddeutsche Diluvialgebiet verbreiten. (Weiteres über diesen hochwichtigen Gegenstand findet man in der oben angegebenen, vortrefflichen Abhandlung Ferd. Römer's.)

Das Bett, auf und in welchem alle die eben angegebenen Blöcke, Gerölle und Geschiebe liegen, wird, wie schon angedeutet, theils von grobem Kies, theils von feinkörnigem Sand, theils auch von Lehm, Mergel oder sandigem Thon — kurz von lauter Mineralresten gebildet, welche theils die Meereswogen unmittelbar ausgeworfen, theils auf Eisinseln aus Skandinavien herbeigefluthet haben. Der von dem Meere unmittelbar ausgeworfene Sand besitzt in der Regel Körner, welche mit einem, durch Salzsäure ablösbaren, Eisenoxydhydrathäutchen überzogen sind, und ist sehr häufig untermengt mit zerriebenen Conchylienschalen, Bryozoen- oder Korallenresten und Kreidekörnchen, weshalb er auch oft mit Säuren mehr oder weniger aufbraust. Er findet sich am meisten in der nördlich von dem baltischen Hügelzuge gelegenen Tieflandszone und auch häufig in der sogenannten Geest. Der marin-glaciale Sand dagegen, welcher ursprünglich den von dem Meere herbeigeflutheten Eisschollen ein- und angewachsen war und aus der Zermalmung der von den abwärtstreibenden Gletscherströmen geriebenen Felsflächen entstanden ist, besteht vorherrschend aus groben und kleinen, meist frischen und scharfkantigen, Quarzkörnern, Orthoklas- und Plagioklasstückchen; Hornblendesplitterchen und auch oft Glimmerblättchen, kurz aus denselben Mineralien, aus denen auch die in seinem Gebiete auftretenden nordischen Blöcke bestehen.

Bemerkung: Der Verfasser, welcher für seine Bodenkunde den Diluvialsand sorgfältig und lange Jahre hindurch untersucht hat,

§. 433.

fand in dieſem Sande in der Mark Brandenburg durchſchnittlich 17 Proc. Orthoklas und 2—5 Proc. Hornblende, in Mecklenburg 10—12 Proc. Orthoklas, 1—3 Proc. Hornblende oder Hyperſthen und 7—10 Proc. Conchylienreſte, in der Lauſitz 12 Proc. Feldſpath.

Da die Feldſpathkörner und Hornblende- oder Hyperſthenſplitter dieſes glacialen Diluvialſandes allmählich zerſetzt werden, ſo muß dieſer Sand ehedem noch viel reicher an dieſen Mineralreſten geweſen ſeien. Aber eben dieſe Reſte lieferten auch den meiſten ockergelben Thon, mit welchem die Quarzſandkörner untermengt und auch überzogen erſcheinen.

Mit den Sandablagerungen des norddeutſchen Diluviums ſtehen gewöhnlich im Verbande Ablagerungen von meiſt ſand-, und nicht ſelten auch kalkhaltigem Lehm oder plaſtiſchem Thon, wie folgende Gliederungen zeigen werden:

α. In der Umgegend von Hamburg folgt nach Meyn von oben nach unten:

1) Geſchiebeſand: Grob- und ungleichkörniger, thoniger, faſt immer eiſenſchüſſiger, Grand mit vielen abgerundeten Feuerſteinen, aber ohne Kalkſteine; nach unten am Krähenberge bei Blankeneſe eine etwa 40 bis 50 Centimeter mächtige Auſternbank.

2) Geſchiebethon und Korallenmergel (= mitteldiluvialer Gletſchermergel nach Meyn): zuoberſt eine bis 2 Meter mächtige, braune, ſandige Lehmdecke; darunter der eigentliche Korallenſand, welcher aus Bruchſtücken von Feldſpath und Feldſpathgeſteinen, ſcharfkantigen Feuerſteintrümmern, Quarzen, Sandſteinen und Kalkſteinen beſteht und zahlreiche Kreide-Bryozoën, hie und da auch Braunkohlen beigemengt enthält; zuunterſt blauer, geſchiebereicher Mergel (Korallenmergel). In dieſer Etage kommen allein zahlreiche Silurkalkſteine (Gotländer Beyrichienkalk u. a.) vor.

3) Unterer Diluvialthon: dunkelgrau bis ſammetſchwarz, geſchiebefrei, mit Nordſeeconchylien (Litorina litorea L., Aporrhais pes pelecani L., Mactra subtruncata Mtg., Tellina baltica L., Cytherea lutea), hie und da mit Bänken von gelbem, plaſtiſchem Fayence-Mergel. (Vgl. Meyn: „Geognoſtiſche Beobachtungen in dem Herzogthum Schleswig-Holſtein.“ Altona 1848 und „Ueber die Gliederung des norddeutſchen Diluviums. A. Schulz. 1855. Nr. 7.)

β. In der Umgegend von Rüdersdorf bei Berlin lagern nach Eck („Abhandlung zur geologiſchen Specialkarte von Preußen.“ Bd. 1. Heft 1. 1872) von oben nach unten:

1) Oberer Geſchiebemergel: reich an nordiſchen Geſchieben mit Süßwaſſerconchylien (Valvata piscinalis und foraminis, Planorbis spirorbis, Limnaeus stagnalis, Cyclas

cornea u. s. w. Nach oben theils in gemeinen Lehm theils in thonigen Sand übergehend; §. 433.

2) Oberer Diluvialsand und Kies; reich an Geschieben mit denselben Süßwasser-Conchylien wie voriger. Mächtigkeit 10 - 30 Meter;

3) Unterer Geschiebemergel, ziemlich reich an Geschieben; mit Paludina diluviana und Neritina fluviatilis. Mächtigkeit 10—20 Meter;

4) Mittlerer Diluvialsand, arm an Geschieben, mit Paludina diluviana, Bithyn. tentaculata, Valvata piscinalis, bis 45 Meter mächtig; — oder statt dessen Glindower Thon, ein grauer, geschiebearmer, plastischer Thon, an seiner oberen Grenze mit Sandschichten, mit den Conchylien von Nr. 4. Mächtigkeit 7—50 Meter;

5) Unterer Diluvialsand, grau, glimmerreich, feldspathhaltig. Mächtigkeit 10—18 Meter.

γ. Bei Rixdorf unfern Berlin, wo nach Beyrich (Zeitschrift der deutschen geol. Gesellsch. Bd. 20. S. 647) das 60 Fuß hohe Gehänge des Spreethales von oben nach unten besteht:

1) Zuoberst aus geschiebeführendem Lehm, 3 Meter mächtig;

2) darunter aus Diluvialsand mit Säugethierresten (z. B. einem vollständigen Schädel von Rhinoceros tichorhinus), aber ebenso, wie der über ihm lagernde Lehm, ohne Paludina diluviana Kunth. Mächtigkeit 10—12 Meter;

3) darunter aus unterem Geschiebelehm mit Süßwasserconchylien, namentlich Paludina diluviana; 3 Meter mächtig;

4) zuunterst aus grobem Diluvialsand mit Paludina diluviana.

δ. Nördlich von Halle lagert nach Laspeyres („Erläuterung zur geol. Specialkarte von Preußen; Blätter Petersberg, Gröbzig. 1874) von oben nach unten:

1) Geschiebelehm, sandig, kalkig, mit vielen nordischen Geschieben, welche nach Wegschlämmung des sie umhüllenden Lehms für sich allein die oberste Decke dieser Ablagerung (— das Steinpflaster —) bilden; bis 12 Meter mächtig;

2) Grober und feiner Sand und Kies, nordisches Bildungsmaterial, oft mit Triebsandstructur und mit Paludina diluviana.

Und ähnlich wie in Deutschland besteht nach G. v. Helmersen in Finnland und in anderen Gegenden der russischen Ostseeprovinzen das Diluvium theils aus Thon oder Löß und Sand, theils aus abwechselnden Schichten von gerölllosem feinen und geröllreichem groben Sand.

§. 434. **B. Die diluvialen Moränenblöcke und Geſchiebe.** — Es iſt ſchon im §. 430 angegeben worden, daß in der erſten Hälfte der Diluvialperiode die höheren Gebirge Mittel- und Südeuropas, ſo außer den ſkandinaviſch-finniſchen namentlich die Gebirgszüge Schottlands, Englands und der Alpen (— und wahrſcheinlich auch theilweiſe die des mittleren Deutſchlands —) mit mächtigen Eismeeren überzogen waren, welche ſich allmählich auch über die zwiſchen und vor ihnen lagernden Thäler und Vorlandsebenen ausbreiteten und ſo verdickten, daß ſie dieſe niedrig gelegenen Landesgebiete ganz ausfüllten und dann auch ſich an den, in den Umgrenzung dieſer Thäler liegenden niederen, vom Anfange an nicht vergletſcherten, Gebirgsketten in die Höhe zogen. Da, wo bergabwärts dieſe coloſſalen Eismeere endeten und ihre Eisſtröme ſchmolzen, da ſetzten ſie ihre aus Felsblöcken, Geröllen, Sand und Erde beſtehenden Schuttmaſſen als mehr oder minder mächtige Blöckewälle und Schutthalden (**Moränen**) ab, ſo daß man alſo aus dem Vorhandenſein dieſer Moränen, ebenſo wie aus den früher ſchon erwähnten Gletſcherſchliffen und Rundhöckern, erkennen kann, wie weit ehedem die Gletſcher gereicht haben.

Ueber dieſe Moränenblöcke und den ſie umgebenden Gletſcherſchutt iſt nun zunächſt folgendes zu bemerken. Die Gletſcher führen in der Regel zweierlei Blöcke, nemlich

1) ſolche, welche von den Gebirgsabhängen ihrer Umgebung auf ihr Oberfläche herabgeſtürzt ſind und entweder friſch und ſcharfkantig ſind wenn ſie durch gefrierendes Waſſer eben erſt von ihren Mutterfelſen losgeſprengt worden ſind, oder verwittert und abgerundet erſcheinen wenn ſie von, in voller Verwitterung begriffenen, Felsmaſſen abſtammen und ſchon längere Zeit an den Gebirgsabhängen gelegen haben;
2) ſolche, welche die Gletſcherſtröme von den ſie einengenden Felsufern oder auch von ihrer Unterlage abgezwängt haben. Dieſe letzteren ſind wenigſtens an ihren Bruchflächen ſcharfkantig, friſch, aber meiſt auch geſtreift oder angeſchliffen.

Beide Arten von Blöcken können in einer und derſelben Moräne unter miſcht vorkommen. Iſt nun aber eine ſolche Moräne ſchon ſehr alt, ſo erſcheinen die ſchon im angewitterten Zuſtande von den Gletſchern abgeſetzten Blöcke gewöhnlich von einer mehr oder minder ſtarken Erdhülle umſchloſſen, ſo daß es ſcheint als ſeien ſie älter als die ſie umgebenden ſcharfkantigen Blöcke.

Außer den Blöcken führen die Gletſcher nun auch noch kleinere **Geröllе** und **Sand**, aber verhältnißmäßig **wenig Erdreich**, was ſich auch am Ende der Gletſcher nicht anhäufen kann, indem das aus der Schmelzung des Gletſchereiſes entſtehende Waſſer daſſelbe ſehr bald wegſchlämmt. Selbſt das Waſſer, welches zwiſchen dem Gletſchereiſe und ſeiner Unterlage namentlich während der heißen Sommertage in ſtarker Menge hervorbringt, führt nur ſeinen Scheuerſand, wie er aus der Zermalmung der, von der abwärts gleitenden Gletſchermaſſe geriebenen, Felsunterlage entſtanden iſt. Dieſer **Scheuerſand**, deſſen mehlfeine Theilchen dem Gletſcherwaſſer das Anſehen von Seifenbrühe geben, beſteht in der

Regel aus kleinen Bruchstückchen derjenigen Mineralien, aus welchen die zermalmten Felsmassen zusammengesetzt sind, und wird nicht sowohl durch die Eismasse der Gletscher, als vielmehr durch das am unteren Ende des Gletschers hervorströmende Wasser transportirt und dann namentlich zwischen den schon abgesetzten Moränenblöcken oder auch beim Zurückschreiten des Gletschers auf dem sogenannten, zwischen seinem Fuße und der vorliegenden Moräne oder auch zwischen einer älteren und jüngeren Moräne befindlichen, Gletscherboden oder Gletscherhof allmählich in so großer Menge, ganz schichtungslos, abgelagert, daß er die von ihm umschlossenen Blöcke und selbst nicht zu hohe Moränen mehr oder weniger umhüllt. §. 434.

Der Verfasser, welcher im Jahre 1868 mehrere Monate lang im Oberengadin die Natur der Morteratsch-, Roseisch und Gambrena-Gletscher beobachtet hat, fand, daß der Schuttsand dieser Gletscher vom 16. Juli bis zum 15. August auf einem Raume von 3 Quadratfuß 0,9 Meter angestiegen war. Ein späterer Wolkenbruch fegte ihn ganz weg und setzte ihn zwischen den Geröllen des Inn ab, so daß sich an der Einmündung des Flatzbaches eine ganz über den Innspiegel hervortretende große Halbinsel gebildet hatte.

Wenn sich daher auf einer Bergmasse, in deren Umgebung gegenwärtig gar keine Gletscher mehr vorkommen, reihen- oder zonenweise abgelagerte Blöcke und Schuttsandmassen befinden, so ist dieses ein Zeichen, daß bis zu diesen Ablagerungen hin ehemals die Gletscher reichten. — Befindet sich nun aber um diese Blöcke herum eine mehr oder minder starke Ablagerung von wahrem Erdreiche, z. B. von Thon oder Lehm, so ist dieselbe durch Wasserfluthen vor oder auch nach der Entstehung der Gletschblockzone in deren Räume transportirt oder es sind auch wohl Blöcke und Erdschlamm zugleich durch solche Wasserfluthen an ihre gegenwärtigen Ablagerungsorte gefluthet worden. Alles dieses gilt vorzüglich von den im Gebiete der Alpen vorkommenden Findlingen.

Alles dieses vorausgesetzt, müssen nun nach den Moränenblöcken zu urtheilen, welche man an Orten findet, in deren näherer Umgebung gegenwärtig gar keine Gletscher mehr vorhanden sind, in der ersten Hälfte der Diluvialperiode namentlich folgende Eismeere in dem Gebiete der Alpen vorhanden gewesen sein:

a. in der Schweiz:

1) die Gletscher des Rhonethales. Sie nahmen zunächst das ganze Rhonethal, sodann die ganze niedere Schweiz zwischen den Alpen und dem Jura bis nach Bern, Burgtorf und Solothurn ein und erhoben sich am Jura bis zu 2000 Fuß über dem Thalboden. Ihre Moränenblöcke steigen im Wallis bei Lax bis 2800 Fuß, von Brigue bis Martigny bis 2500 Fuß, unterhalb Martigny bis 3000 Fuß über den Rhonespiegel, am Chasseron im Jura bis 3100 Fuß über die Thalebene, senken sich dann aber sowohl nach Nordosten wie nach Südwesten immer mehr, so daß sie einerseits bei Solothurn und andererseits bei Gex die Ebene erreichen. Die meisten dieser Blöcke, — unter denen sich die 20,5 Meter lange, 9,7 Meter hohe, 10,2 Meter

§. 434. breite, 2027 Cubikmeter enthaltende, 150,000 Centner ſchwere, aus dem Thale von Ferret an der Oſtſeite des Montblanc ſtammende, aus Granit beſtehende Pierre des Marmettes bei Monthey in Unterwallis (Fig. 444), und die, ebenfalls aus

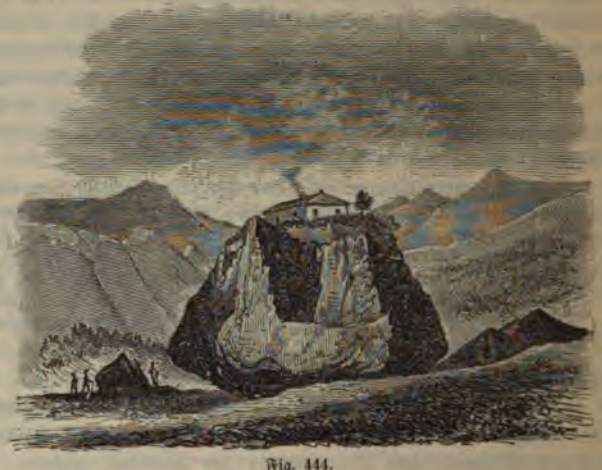


Fig. 444.
Pierre des Marmettes, erratiſcher Granitblock bei Monthey in Unter-Wallis.

Granit beſtehende, über 100,000 Cubikfuß meſſende, Pierre-du-Trésor bei Orſiéres beſonders auszeichnen —, ſtammen von den Gletſchern des Monte Roſa und Montblanc ab und beſtehen vorzüglich aus Granit oder Gneiß, ſeltener aus Serpentin oder ſchwarzen Kreidekalkſteinen (z. B. bei dem Dorfe Antagne, unweit der Saline von Devens).

2) Die Gletſcher des Aarthales, welche aus dem gewaltigen Alpenſtocke des Berner Oberlandes hervordrangen und mit ihren Blöcken den Brienzer und Thuner See, ſowie überhaupt das Thal der Aar ausfüllten, aber nicht bis Bern vordrangen; denn ſonſt wären ſie mit den Rhonegletſchern zuſammengefloſſen und es hätte ſich eine Mittelmoräne zwiſchen ihnen bilden müſſen, welche aber nicht vorhanden iſt.

3) Die Gletſcher des Reussthales, Linththales und Rheinthales bedeckten das mittlere Aargau, die Cantone St. Gallen und Zürich und drangen über den Bodenſee nach Baden und Südbayern vor. Unter ihnen trieben die von dem St. Gotthard und aus dem Maderaner Thale hervorbrechenden Reußgletſcher ihren Blöckeſchutt in den Vierwaldſtätter See und über denſelben hinaus bis nach Luzern, in deſſen Umgebung ſie großartige Gletſcherſchliffe und Rieſentöpfe erzeugten, während die aus dem Linththale hervordringenden Gletſcher ihre Schollen und Blöcke nordweſtwärts bis in die Umgebung des Züricher Sees vorſchoben,

dabei aber mit einem, vom Rheinthalgletscher abstammenden und über Sargans durch den Wallensee bis nach Uznach vordringenden, Seitengletscher in Berührung traten und in Folge davon eine aus Linth- und Rheinblöcken gemischte, Mittelmoräne erzeugten. Der von Sargans nordwärts zum Bodensee vordringende Arm des Rheinthalgletschers dagegen besetzte mit seinen Blöcken den Thurgau, Vorarlberg und das angrenzende Südbayern. §. 434.

4) Während in der angegebenen Weise das ganze, nordwärts von den Alpen gelegene Gebiet der Schweiz mit erratischen Blöcken besäet wurde, sendeten die Montblancgletscher auch ostwärts durch das Dora- oder Aostathal Gletscherströme mit Blöcken bis in die Ebene von Ivrea, welche östlich von einem 200 bis 300 Meter hohen und sehr breiten Trümmerwall umschlossen ist. Und ebenso drangen Gletscher von dem Monte Rosa und der Simplonkette bis in die Lombardische Ebene und besetzten dieselbe am Südrande der Alpen mit erratischen Blöcken.

b. in den Tyroler Alpen:

1) Die Oetzthal-Stubayer Gletscher. Sie erfüllten mit ihren Strömen das Innthal, Lechthal und Isarthal, drangen selbst in das Bayerische Voralpenland ein und setzten unter anderen in der Umgebung des Achensees selbst in Höhen von 2000 Fuß noch ihre Blöcke ab, unter denen sich namentlich große, abgerundete Blöcke von Eklogit, wie er noch gegenwärtig an der Engelswand im Oetzthale ansteht, auszeichnen.

2) Die Ortler-Suldner Gletscher. Sie bedeckten das ganze Alpengebiet nord- und ostwärts vom Etschthale, bildeten am Ostabhange der Mentolagebirge ausgeprägte Gletscherschliffe (z. B. an der Kleif(?) über St. Michael im Eppan) im Porphyre und thürmten niedere, aber fast am ganzen Mendola-Abhange hinziehende, Wälle von Blöcken und Geröllen der verschiedensten Felsarten, namentlich aber von schwarzem, feinkörnigem Kalkstein, feinkörnigem Granit und Syenit, seltener von Glimmer- und Urthonschiefer oder von Porphyr, auf. Außer diesen Blockwällen erscheinen aber auch die meisten Seitenbuchten am nordöstlichen Rande des Etschthales und am Ritten an der Westseite des Eisackthales (z. B. bei Schloß Tyrol unweit Meran und bei Lengmos und Colmann) mit angeschlämmtem Lehm erfüllt, in dessen Masse eine große Menge von größeren und kleineren Blöcken verschiedener Felsarten, namentlich aber von Porphyr, granathaltigem Glimmerschiefer und Granit, eingebettet liegen, welche gegenwärtig die Köpfe der, schon im §. 41, S. 100 beschriebenen, Erdpyramiden bilden. Diese, in Lehm eingebetteten Blöcke stammen zum Theil von den Oetzthal-Stubaygletschern, zum Theil auch von den Ortler Gletschern ab, waren ehedem Moränen und wurden dann später, als die Gletscher Südtyrols schmolzen, durch die hierdurch entstandenen Wasserfluthen sammt Erdschutt in ihren gegenwärtigen Lagerstätten abgesetzt.

c. in **Schottland, England** und **Irland.** — In diesen Ländern waren dem Gletscherschutte nach, welcher sich, namentlich in Schottland und Wales, bis in die Meeresbusen erstreckt, fast alle Gebirge in der Diluvialzeit weit und breit vergletschert.

d. in **Nordamerika.** — Von den nördlich gelegenen Gebirgszügen ist Gletscherschutt über ganz Canada, Neu-England und Long-Island und weiter südwärts in Pennsylvanien, Ohio, Indiana u. s. w. bis zum 39. Breitengrade verbreitet.

§. 435. **Fortsetzung. — II. Gerölle, Kies und Sandablagerungen im Diluvium.** — Wie schon bei der Beschreibung der Blöcke-Ablagerungen mehrfach bemerkt worden ist, so wurden theils gleichzeitig, theils in abwechselnder Aufeinanderfolge mit diesen Blöcken auch kleinere Gerölle, Geschiebe, Kies- und Sandmassen von den Fluthen des Meeres, der schmelzenden Gletschereisschollen und auch der Flüsse sowohl in dem Meeresbette und in den Stromrinnen, wie auch auf den Ufergebieten aller Gewässer abgelagert. Obwohl sich nun diese diluvialen Felsschuttmassen im Allgemeinen petrographisch nicht von den noch gegenwärtig entstehenden Schuttmassen unterscheiden, so zeigen sie sich doch in mancher Beziehung von den letzteren theils durch ihre Ablagerungsgebiete und Lagerungsverhältnisse, theils auch durch die in ihren Massen vergrabenen Organismenreste verschieden.

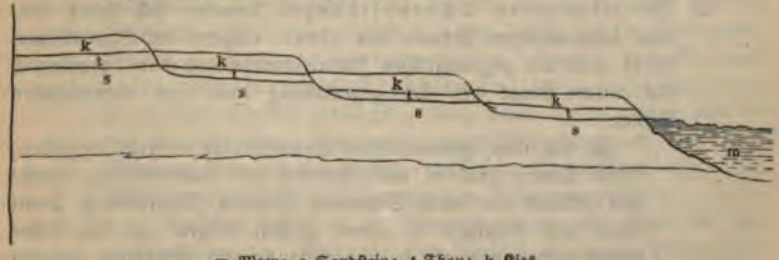
Sieht man von den, im vorigen Paragraph schon hinlänglich beschriebenen Gletscher- oder Eisschuttmassen ab, so erscheinen alle hierher gehörigen Felsschuttmassen nach ihren Verbreitungsmitteln theils als *mariner* oder *Meeresschutt*, theils als *pluviatiler* oder *Regenschutt*, theils als *fluviatiler* oder *Flußschutt*. *Diese Arten von Schutt haben im Allgemeinen mit einander ihr Auftreten an Orten gemein, zu welchen gegenwärtig ihr Verbreitungsmittel nicht mehr gelangen kann*, oder wenigstens, wenn es auch noch zu denselben dringt, doch nicht mehr die ehemaligen Schuttarten absetzt.

a. Die diluvialen *Meeres-* oder *Strandbildungen* erscheinen theils als *Schutterrassen*, theils als *Dünenhügel*.

1) Die marinen *Schutterrassenbildungen* bestehen in wallförmigen oder streifenweisen Ablagerungen, welche theils aus Gerölle und Sand mit meist zerbrochenen Conchylienschalen, theils aus feinem Sand und ausgetrocknetem Meeresschlamm, in welchem sich noch die Schalen der ehedem in dem Schlamme seßhaften Conchylien befinden, theils fast nur aus Anhäufungen von Meeresconchylien zusammengesetzt erscheinen und sich auf den Strandgebieten in verschiedenen Höhen über dem gegenwärtigen Stande des angrenzenden Meeres befinden.

An der *norwegischen* Küste unterscheidet man nach *Keilhau* („Die Hebung Skandinaviens" im Edinb. n. phil. Jahrb. 1836) zwei alte, bis ans Nordcap reichende, Küstenterrassen, von denen die eine 100 Fuß, die andere etwa 600 Fuß über dem Meere liegt; in *Schweden* liegt nach *Al. Brongniart*

bei Uddewalla in 200 Fuß Meereshöhe eine nur aus Conchylien beſtehende Bank und in ihrer Umgebung ſitzen Balanus am Fels; in Holſtein fand Forchhammer in 150 Fuß Meereshöhe eine Geſchieb- und Muſchelbank mit Cardium edule und Ostrea edulis; an den Küſten von Schottland und Cornwallis kommen alte Strandablagerungen bis zu 1200 Fuß Meereshöhe vor und nach Vetch („terraces or ancient beaches in the Isle of Jura", Geol. Trans. second s. I.) laſſen ſich auf der Inſel Jura 6—7 über einander liegende Strandlinien erkennen, deren höchſte etwa 40 Fuß über dem jetzigen Hochwaſſerſtande liegt. Reich an ſolchen älteren und über dem gegenwärtigen Meeresſpiegel mehr oder weniger hoch gelegenen Strandſchuttterraſſen iſt die Küſte von Italien und Sicilien (z. B. am Vorgebirge Melazzo, in der Umgebung von Catania u. ſ. w.). Nach L. v. Buch findet man auf Gran-Canaria daſſelbe Muſchelconglomerat, welches als Filtrirſtein ſich noch gegenwärtig an der Küſte bildet, auch in einer Meereshöhe von 300 bis 400 Fuß. — An den Küſten von Chile und Peru kommen ausgezeichnete alte Strandterraſſen vor. So verfolgte Darwin (research. in geol. and nat. hist.) bei Valparaiſo einen Streifen von Muſchelſchalen noch jetzt an der Küſte lebender Arten mehrere Meilen weit in einer Meereshöhe von 150 Fuß. Man hat überhaupt faſt längs der ganzen Küſte von Chile dieſe Strandlinien und Anhäufungen von Muſcheln bis in Höhen von 1300 Fuß aufgefunden. — Nach Darwin kommen in Patagonien 7 bis 8 ſtufenweiſe aufſteigende Strandflächen vor. „Das große Flachland von der Magellanſtraße bis zum Rio Colorado iſt bedeckt mit Kies, deſſen Gerölle, meiſt aus Porphyr beſtehend, gegen die Küſte hin immer kleiner werden; unter den Geröllen liegt weißer, — aus der Verwitterung der Porphyre entſtandener —, Thon und unter dieſem als Grundmaſſe Sandſtein; die Terraſſen, welche oft eine Breite von mehreren Meilen haben, ſind vorn ſteil abgebrochen, der jetzt noch beſtehenden Küſte ganz ähnlich und zeigen Seemuſcheln, wie ſie jetzt noch an der Küſte vorkommen" (Fig. 445). §. 435.



m Meer; s Sandſtein; t Thon; k Kies.

Fig. 445. Schuttterraſſen an der Küſte von Patagonien.

§. 435. Zu dieſen diluvialen Schuttterraſſen gehören auch die hauptſächlich in Skandinavien und Finnland auftretenden und ſchon erwähnten Äſar (Pluralis von Äs), d. h. lang ausgeſtreckte, wall- oder terraſſenförmige, 30 bis 180 Fuß hohe und bisweilen in Höhen von 1000 Fuß über dem Meere vorkommende, geſchichtete Anhäufungen von Geröllen, Grus oder Sand oft mit Zwiſchenlagen zertrümmerter Meeresmuſcheln. Dieſe eigenthümlichen Hügelzüge haben oft eine ſehr beträchtliche Längenausdehnung, ziehen unter ſich parallel und folgen in ihrer Längenausſtreckung immer der Richtung des Meeresſtrandes, ſo daß man ſie ſowohl hiernach, wie auch nach der Ablagerungsart ihres Bildungsmaterials für Anſchwemmungen des Meeres halten muß.

Vergl. hierzu die ausgezeichneten Arbeiten Profeſſor Kjerulf's in Chriſtiania: „Jagttagelser over den postpliocene eller glaciale formation i en del af det sudlige Norge 1860"; — „Om Skuringsmaerker, glacialformationen og terrasser u. ſ. w. I. Grundfjeldet (1871), II. Sparagmitfjeldet (1873). — Erdmann: „Exposé des formations quaternaires de la Suède, Stockholm 1868". — G. v. Helmerſen: „Studien über die Wanderblöcke und die Diluvialgebilde Rußlands, St. Petersburg 1869". —

Die eben angegebenen Beiſpiele zeigen wohl zur Genüge, daß zunächſt diejenigen Strandgebiete, auf denen ſich gegenwärtig mehr oder weniger hoch über dem gegenwärtigen Meeresſpiegel und mehr oder weniger weit landeinwärts von dem gegenwärtigen Strandgebiete Schuttterraſſen befinden, ehedem unter dem Niveau des angrenzenden Meeres gelegen haben müſſen und dann im Zeitverlaufe und zwar zonenweiſe in der Art über den Meeresſpiegel emporgeſtiegen ſind, daß die am weiteſten vom gegenwärtigen Meeresſtrande und höchſt gelegene Terraſſe die älteſte und die dem Meere zunächſt gelegene und niedrigſte die jüngſte Strandbildung iſt; daß ferner aber dieſe ſämmtlichen Schuttterraſſen ſchon dem Diluvialzeitalter angehören müſſen, da ſie Conchylien-Arten enthalten, welche noch gegenwärtig in den angrenzenden Meerestheilen lebend vorkommen, und gewöhnlich auch aus denſelben Schuttmaterialien beſtehen, wie ſie noch jetzt das Meer an ſeinem Strande ablagert.

2) Die diluvialen Dünenbildungen befinden ſich theils weit vom gegenwärtigen Strande des Meeres entfernt im Binnenlande, theils noch am gegenwärtigen Meeresſtrande und dann gewöhnlich als untere Etage der ſich gegenwärtig noch fort entwickelnden Dünen. —

Zu den vom gegenwärtigen Meeresſtrande entfernt liegenden, alten Dünen gehören wahrſcheinlich die Landeshöhen, welche von Jütland aus durch Schleswig, Holſtein, Mecklenburg, Pommern und Rußland in einem großen Bogen um die Oſtſee herum ziehen und als baltiſcher Land- oder Seerücken bekannt ſind. Eine noch ältere Dünenreihe iſt vielleicht der vielfach

unterbrochene Höhenzug, welcher parallel mit dem baltischen §. 435
Landrücken, mit der Lüneburger Haide und dann durch die Altmark und Mittelmark, am Fläming hin nach der Niederlausitz und weiter durch Schlesien nach Galizien streicht. Diese, schon früher erwähnten, Hügelzüge sind den erratischen Blöcken und Geschieben nach, welche namentlich an ihren nördlichen Gehängen vorkommen, vor und während der diluvialen Eiszeit entstanden.

Zu den diluvialen Dünen, welche noch am Strande des Meeres liegen und gegenwärtig die untere Etage der alluvialen Dünen bilden, gehören muthmaßlich die sogenannten Nehrungen oder schmalen Landzungen vor dem frischen und kurischen Haff. Wie schon bei der Beschreibung der Dünenbildungen im §. 55 S. 175 angegeben worden ist, so befinden sich nach Schumann („Geolog. Wanderungen durch Altpreußen," Königsberg 1869, S. 27) an dem 30 Fuß hohen Dünenwalle bei Cranz auf der kurischen Nehrung zweierlei Sandablagerungen in Wechsellagerung mit Humus- und Torflagen, nemlich zuoberst grauer und weißer Dünensand (6 Fuß mächtig) und unter diesem eine 2,5 Fuß mächtige Ablagerung von kaffeebraunem, von Humusmasse durchdrungenem, festem Sand mit zwei dunkleren Schichten eines Urwaldes. Dieser braune Sand breitet sich ununterbrochen 8 Meilen weit von Polski bis Neufähr in einer Mächtigkeit von 2 bis 6 Fuß aus und enthält sehr viele Baumstumpfen. Bei Sarkau senkt sich diese alte Dünenwaldbildung bis auf das Niveau der See und wird dann zum unterseeischen Walde. Ganz dieselbe braune Sandbildung mit ihrem Urwalde tritt dann wieder unter dem neueren, weißlichen Dünensande auf der frischen Nehrung auf, läßt sich hier viele Meilen weit bis gegen Weichselmünde hin ohne Unterbrechung verfolgen und „berechtigt zu dem Schlusse, daß die Nehrung lange vor der Ablagerung des Weichseldeltas entstanden und daß der südwestliche Theil derselben erst spät mit dem Lande in unmittelbare Verbindung getreten." Bei Alttief, wo auch wieder ein untermeerischer Waldstreifen vorhanden ist, erscheint dann der Dünenwall durch Sturzwellen unterbrochen und in Folge davon an seiner Rückseite beckenförmig ausgewaschen und auf der Oberfläche seiner braunen Sandlage reich mit faust- und kopfgroßen Granit-, Gneiß-, Rothsandsteingeröllen, sowie mit Belemniten, Korallen und Scyphien haltigen, kieselhaltigen Kreidegeschieben belegt. Nach allem diesen würde also die aus braunem Sande bestehende, untere Ablagerung der Düne zum Diluvium und die aus hellem, meist sehr feinkörnigem Sande bestehende, obere Dünenablagerung zum Alluvium gehören.

Vielleicht haben in der Diluvialzeit die von Texel bis zur Mündung der Weser in der Nordsee liegenden Düneninseln (Texel, Vlieland, Schelling, Ameland, Borkum, Norderney,

§. 435. Wangeroog u. s. w.) auch eine Nehrung gebildet, welche erst später durch die Meereswogen in einzelne Inseln zertheilt worden ist.

b. Die diluvialen Regenwasser- oder pluviatilen Schuttbildungen. — Alle diejenigen Felsschuttmassen, welche aus der Verwitterung und Zersetzung von Fels- und Gangmassen entstehen, werden durch Gletscherströme, Lavinenstürze, schmelzenden Schnee, vor allen aber durch Regenfluthen bergabwärts geführt und theils auf vorspringenden, mit Felsblöcken bedeckten, Bergterrassen, theils in den Schluchten und Thälern zwischen den verwitternden Felsmassen abgesetzt und namentlich in diesen letztgenannten Localitäten oft in so gewaltigen Massen angehäuft, daß sie dieselben mehr oder weniger ganz ausfüllen, wenn anders nicht die Regenfluthen selbst oder die in den Thälern vorhandenen Bäche und Flüsse sie weiterschwemmen. Alle diese durch Regenwasser gebildeten oder pluviatilen Schuttablagerungen, welche in den Gebirgsthälern oft mächtige und weit ausgedehnte Schuttterrassen bilden, bestehen aus denselben Gesteins- und Mineralarten, aus denen auch die sie zunächst umgebenden Bergmassen zusammengesetzt erscheinen und ändern diesen Bestand nur dann, wenn sie von Flüssen aus ihrer ursprünglichen Lagerstätte weggefluthet und mit anderem pluviatilen oder fluviatilen Felsschutte untermengt worden sind.

Die in dieser Weise durch Regenwasser zusammengefluthetten Schuttmassen nun bestehen vorherrschend aus Blöcken, Geröllen, Grus und Sand, in ihren tieferen Lagen auch aus Lehm oder Thon und sind ihren Muttergesteinen nach von zweierlei Art:

1) Die Einen sind entstanden aus Ganggesteinen und Felsarten, welche wohl ehedem in der nächsten Umgebung der Schuttablagerungen zu Tage standen, aber durch den Verwitterungsproceß so zerstört und durch Regenfluthen so abgeschwemmt worden sind, daß sie gegenwärtig entweder gar nicht mehr oder doch in einer Weise vorkommen, daß ihnen weder der Verwitterungsproceß noch das Regenwasser etwas anhaben kann. Dieses ist z. B. der Fall bei Quarzgängen, welche ehedem als Felsriffe oder Felsmauern über ihre Umgebung mehr oder weniger weit hervorragten, oder bei krystallinischen Schiefergesteinen (Gneiß, Glimmerschiefer, Urthonschiefer, Hornblendeschiefer, Chloritschiefer, Itakolumit, Turmalinfels, Greisen u. s. w.), welche bei stark aufgerichteten Schieferlagen in zackigen, schneidigen Felsreihen den Angriffen der wechselnden Temperatur, der Atmosphärengase und des Meteorwassers nach allen Richtungen hin preisgegeben waren. Alle diese, zackig und klippig aus ihrer Umgebung hervorragenden, Gang- und Felsmassen wurden so lange vom Meteorwasser zernagt, bis ihre Oberfläche in eine und dieselbe Ebene mit ihrer Umgebung zu liegen kam und nun, — zumal wenn sie selbst von ihrem Verwitterungsschutte mehr oder minder dick bedeckt waren, — hierdurch den Angriffen der Atmosphärilien entzogen wurden. Be-

fanden ſich in dieſem Falle die ehemaligen Felsriffe inmittten von §. 435.
Bergplateaus, ſo blieb ihr Schutt daſelbſt auch liegen; traten aber dieſe verwitternden Gang- und Felsmaſſen an den Abhängen von Gebirgsketten hervor, ſo wurde ihr Schutt durch Regenfluthen in die Schluchten und Thäler geführt und hier abgelagert. Und dieſe Ablagerungen, welche alſo vorherrſchend aus Steinmaſſen gebildet werden, deren Mutterfelſen nicht mehr oder doch nur unter Schutt in der näheren Umgebung der genannten Schuttablagerungen vorkommen, ſind als Diluvialbildungen zu betrachten. Zu ihnen gehören die ſogenannten Metall- und Edelſtein-Seifenformationen, wie ſie weiter unten noch näher betrachtet werden ſollen.

2) Die anderen Thalſchuttmaſſen dagegen beſtehen aus Geſteinstrümmern der noch gegenwärtig dieſe Schuttablagerungen umgebenden Gebirgsmaſſen. Sie bilden ſehr häufig die Decke des Diluvialſchuttes und entwickeln ſich noch jetzt weiter. Dieſe alſo gehören der Alluvialperiode an und kommen daher hier nicht weiter in Betracht.

Unter Seifenformationen oder Seifengebirge verſteht der Bergmann alle diejenigen Schuttablagerungen, aus denen er mittelſt Schlämmung (Seifung) Metalle oder auch Edelſteine gewinnen kann. Die Seifenbildungen beſtehen vorherrſchend aus Geröllen, Grus und Sand von Granit, Diorit, Greiſen, Turmalinfels, Glimmer- oder Chloritſchiefer, Serpentin und eiſenſchüſſigem Quarzfels. Unter allen dieſen Gemengtheilen des Seifenſchuttes tritt aber am meiſten und häufigſten ockergelber oder brauner Quarz in Untermengung mit Serpentin, Diorit-, Hornblende- und Chloritſchiefern hervor. In dem Gemenge dieſer Trümmer nun kommen theils loſe umherliegend, theils mit einzelnen Trümmerindividuen verwachſen, größere und kleinere Knöllchen, Kryſtalle, Körner oder Blättchen, theils von gediegenen Metallen, ſo vorzüglich von Gold, Platin, Palladium und Iridium, theils von oxydiſchen Erzen, ſo namentlich von Zinnerz, Eiſenglanz, Magneteiſenerz, Chromeiſenerz, Titaneiſenerz und Rutil (nebſt Anatas und Brookit), theils auch von Edelſteinen, ſo hauptſächlich von Diamant, Spinell, Beryll, Korund, Topas, Zirkon und Pyrop, vor.

Die Art der Bildungsmaterialien dieſer Metall führenden Schuttablagerungen iſt in der Regel abhängig von den Gängen und Geſteinen, aus denen die nähere Umgebung dieſer Ablagerungen beſteht und thut ſich auch ſchon kund aus den vorherrſchend in dem Seifenſchutte auftretenden Geröll- und Grusarten. So zeigen die Zinnerz führenden Seifenwerke vorzüglich Trümmer von Greiſen, Turmalinfels und Kaliglimmergranit, während die Umgebung dieſer Seifen vorzüglich aus Granit mit Gängen von Greiſen und Turmalinfels beſteht. — Das Gold kommt vorherrſchend in der Geſellſchaft von eiſenſchüſſigem Quarz, Eiſenglanz und Magneteiſen-

§. 435. erzen vor, ja der Quarz iſt das Hauptgeſtein, mit welchem das Gold verwachſen erſcheint; außerdem aber finden ſich faſt ſtets in den Gold führenden Ablagerungen Trümmer von Titaneiſenerz, Rutil, Chlorit, Diorit und Brauneiſenerz. Alle dieſe Begleiter des Goldes ſind aber Zerſetzungsproducte der Diorite. Und in der That befinden ſich meiſtens in der Umgebung der Goldſeifen Dioritmaſſen, welche von, Chlorit, Eiſenglanz, Rutil, Magneteiſenerz, Brauneiſenerz, Titaneiſenerz und Gold haltigen, Quarzgängen durchſetzt erſcheinen. — Das Platin endlich zeigt ſich namentlich in einem, Chlorit, Chrom-, Titan- und Magneteiſenerz haltigen und mit Serpentintrümmern und Dioritgrus untermengten Quarzſchutte. In der Umgebung der uraliſchen Platinſeifen treten Serpentinmaſſen auf, welche wirklich alle die eben genannten Schuttgemengtheile eingewachſen zeigen.

Es iſt eine bemerkenswerthe Beobachtung, daß die Seifenſchuttmaſſen namentlich in ihren älteren oder unteren Ablagerungen zahlreichere und größere Metallſtücke zeigen, als in ihren oberen oder jüngeren. Vielleicht hängt dieſe Erſcheinung damit zuſammen, daß überhaupt die Erzgänge in ihren zu Tage ſtehenden und folglich der Zerſtörung und Wegſpülung am erſten und meiſten ausgeſetzten Maſſen die meiſten Erze enthalten. Außerdem lehrt auch die Erfahrung, daß Metallſeifenablagerungen, welche von Bächen aus ihrer urſprünglichen Lagerſtätte weggefluthet worden ſind, um ſo wenigere und kleinere Metallkörner (— am meiſten noch Blättchen —) enthalten, je weiter ſie von ihrer erſten Lagerſtätte weggefluthet erſcheinen, weil ihre Metallbeimengungen in Folge ihrer größeren Schwere bei dem Transporte des Schuttes ſehr bald zu Boden ſinken.

1) Gold haltige Schuttablagerungen kommen in Deutſchland in der Umgebung der meiſten Flüſſe vor, welche aus Gebirgen kommen, an deren Zuſammenſetzung Gneiß, Urthonſchiefer, Hornblendegeſteine, Serpentin, Chlorit- und Grauwackeſchiefer eine große Rolle ſpielen. In der Regel findet ſich dann das Gold in einer aus braunem Sand und Quarzgeröllen beſtehenden Schichte unter den oberen Alluvialablagerungen. Dergleichen Goldſeifen zeigen ſich z. B. bei Löwenberg und Goldberg in Schleſien; im Rheinthale zwiſchen Philippsburg und Kehl u. ſ. w. Am Ural, Altai, auf Borneo und Sumatra zeigt ſich das Gold ſtets in Geſellſchaft von ockergelbem Quarzſchutt und Magneteiſenkörnern. — Berühmt ſind namentlich die reichen Goldſeifen Süd- und Nordamerikas. In der braſilianiſchen Provinz Minas-Geraes kommen die Goldkörner namentlich bei Villa-rica in einer, Cascalho genannten und aus rothem Thon, Sand und Geröllen beſtehenden, Ablagerung vor, welche aus der Zerfallung einer eigenthümlichen, Eiſenglanz, Magneteiſenerz, Brauneiſenerz und außerdem Gold, Rutil, Diamant und Topas haltigen, Breccie

(Tapanhoacanga) (vgl. §. 234, S. 608) entstanden ist. In §. 435.
Nordamerika aber ist vor allen die am Abhange der Sierra-nevada auf Granit und Schiefer lagernde und aus braunen Quarzgerölleu, Sand, Grus und Thon bestehende, Goldseife Obercaliforniens berühmt geworden.

2) **Platin** haltige Diluvialablagerungen kommen hauptsächlich in der columbischen Provinz Choco Südamerikas und am Ural namentlich bei Nischne-Turinsk und Nischne-Tagilsk vor. In Columbien bestehen die Platinseifen aus einem braunen, Chrom-, Titan- und Magneteisenerzkörner haltigen, Quarzsande, welcher wahrscheinlich aus Gängen des dasigen Syenit- und Grünsteingebirges entstanden ist. — Bei Nischne-Tagilsk am Ural aber kommt das Platin in Gesellschaft von Palladium, Iridium, Osmiridium und Chromeisenerz in Grünstein- und Serpentinschutt vor, welcher aus der Zerstörung der dasigen Serpentinfelsmassen entstanden ist.

3) **Zinnerz** (Zinngraupen, Zinnsand und Holzzinn) führende Diluvialablagerungen kommen vorzüglich im Königreich Sachsen, in Cornwall und auf der Celebes-Halbinsel Banka vor. — In Sachsen zeigen sie sich hauptsächlich in den erzgebirgischen Thälern, in deren Umgebung Granit, Schiefer und Turmalinfels mit Zinnerz führenden Quarz- und Greisengängen vorkommen, und bestehen aus gröberen und kleineren Trümmern aller der eben genannten Gesteinsmassen. In Cornwall lagern sie ebenso in den Thälern zwischen Granitbergen, welche zinnerzführende Quarz-, Greisen- und Turmalinfelsgänge umschließen. Und ebenso kommen sie auf der Halbinsel Banka in gewaltiger Mächtigkeit in den Thälern der Zinn- und Eisenerzgänge führenden Granite vor.

4) Die **Diamante** haltigen Schuttablagerungen bestehen hauptsächlich aus Quarz-, Jaspis-, Brauneisenerz- und Itakolumittrümmern, enthalten außer Diamanten auch Topas, Beryll, Spinell, Korund und Gold und sind aus der Zertrümmerung des, aus Quarz und silberweißem Glimmer oder Talk bestehenden und auch Diamanten führenden, Itakolumites (s. §. 199. S. 565 unter 49a.) entstanden. In Brasilien treten sie namentlich in den Gebirgsthälern bei Tejuco in der Provinz Minas-Geraes auf; in Ostindien aber liegen sie in einer lockern Quarzconglomeratschichte der am Fuße der Gebirgskette Nalla-Malla verbreiteten Sandsteinbildung, aus welcher sie die Flüsse Pennar und Kistna in die Ebene von Golkonda, einer Hauptablagerungsstätte der größten Diamanten führen.

e. **Die diluvialen Binnensee- und Fluß- oder lacustren und fluviatilen Schuttbildungen.** — Auf der Sohle und an den Gehängen der Thalgelände des Binnenlandes findet man oft sehr mächtige Ablagerungen von Blöcken, Gerölleu und Sand, welche von Felsarten abstammen, die ihrer petrographischen Beschaffenheit nach nicht aus dem Stromgebiete der noch gegenwärtig diese Thalgelände durchziehenden Flüsse stammen und dabei auch in solchen Höhen an den,

§. 435. die Thäler umschließenden, Berggehängen lagern, daß die noch jetzt diese Thäler durchstreichenden Gewässer selbst beim höchsten Stande ihrer Fluthen nicht diese Höhen erreichen können. Und doch deutet die totale Abrundung und Abscheuerung der Blöcke und Gerölle dieser Ablagerungen, sowie die horizontalzonenweise Vertheilung der letzteren darauf hin, daß nur Wasserfluthen sie abgesetzt haben können.

So zeigt sich an den Muschelkalkbergzügen, welche das Hörschelthal bei Eisenach an seiner Nordseite begrenzen, in 100 Fuß Höhe über der gegenwärtigen Thalsohle eine Zone von Granit-, Syenit-, Diorit-, Melaphyr- und Kugelporphyrgeröllen, wie sie gegenwärtig weder die Hörschel noch einer ihrer Zuflüsse noch führt, und deren Mutterfelsmassen zwar gegenwärtig noch am Rücken des Rennstieg von Ruhla an bis zum Spießberg bei Friedrichsroda zu Tage stehen, aber keine Verbindung mit Flüssen haben, welche zur Hörschel ziehen. Weiter hin erstreckt sich eine bunte Geröllzone aus der Umgegend von Friedrichsroda am Nordabhange des Thüringerwaldes über alle Höhen von 800 und 900 Fuß Höhe nordwärts über Gotha bis Gräfintonna bei Langensalza, wo sie sich mit den nordischen Findlingen mengt. Das Beachtenswerthe bei dieser thüringischen Geröllablagerung ist, daß sie immer nur in den angegebenen Höhen, aber nie in den Thälern auftritt, was wohl darauf hindeutet, daß erst nach dieser Ablagerung die Flußthäler von den Fluthen ausgewaschen worden sind. — Ferner finden sich nach Studer längs des ganzen Alpensystems in einer wohl sechs geographische Meilen (von Thun bis Aarberg) breiten Zone mächtige Geröllmassen, die an der äußeren Grenze der Zone sich mit Sand und Lehm mengen und zuletzt durch sie verdrängt werden. „Wer je noch diese Gerölle sorgfältig untersucht hat, gewann die Ueberzeugung, daß nur Ströme sie abgelagert haben können. Sie sind horizontal, aber oft undeutlich, geschichtet und enthalten hie und da einzelne, oft ebenfalls gerollte, Knochen von Landthieren, aber nie Spuren von Seethieren." — Im Aarthale bei Bern findet man an den Abhängen der die Fläche begrenzenden Hügel geschichtete Geröllmassen bis in die Höhe von 210 bis 350 Fuß über der Thalfläche. — In den Kiesmassen, welche bei Basel den Boden des Rheinthales bedecken, erkannte Merian die Gerölle der verschiedenen Zuflüsse des Rheins. „An den Abhängen der Hügel daselbst kommen alte Geröllbänke bis auf Höhen von 200 Fuß über dem jetzigen Rheinstande und zerstreute Gerölle noch bedeutend höher vor." — Sehr viele hierher gehörige Thatsachen sind besonders in England und Schottland gesammelt worden; aber alle gaben dasselbe [illegible]

„In der Diluvialzeit wurden durch [illegible]
stärkere Geröll- und auch Lehmablae
jetzigen Ströme derselben Gegen
gesetzt; die Ausdehnung dieser

sich über Thalflächen und Ebenen von großer Breite und stieg hoch über dem jetzigen Wasserstande an den Bergen und Hügeln in der Umgebung der Thäler in die Höhe; die Gerölle dieser Schuttablagerungen stammen aus Gegenden ab, die jetzt anderen Stromgebieten angehören" (vgl. Studer: Lehrbuch der physik. Geogr. und Geol. 1. Band. S. 270 u. f.).

Für diese merkwürdigen Geröll- und Sandablagerungen ist folgende Erklärung möglich:

Die in der Diluvialzeit durch Schmelzung der Gletschermassen entstandenen Wasserfluthungen führten so viel Steinschuttmassen in die Thäler, daß diese letzteren bis hoch an den sie umgebenden Bergen hinauf mit Geröllschutt ausgefüllt wurden. Nachdem nun diese Fluthungen sich einen Abzugscanal erbrochen hatten und durch denselben abgezogen waren, nagte sich der nun noch übrigbleibende und noch jetzt die betreffenden Thäler durchziehende Strom ein im Verlaufe der Zeit in diese Ablagerungen immer tiefer einschneidendes Strombett ein, in welchem er nun allen Schutt so weit wegfluthete, daß gegenwärtig nur noch die letzten Reste dieser Ablagerungen und zwar in solchen Höhen vorkommen, bis zu welchen jetzt der Strom des Thales nicht mehr gelangen kann. Die in diesen hochgelegenen Schuttablagerungen auftretenden groben Felstrümmer aber sind, wie früher schon angegeben, durch schwimmende Grundeisschollen herbeigefluthet worden.

Fortsetzung. — III. **Diluvialer Erdschutt** (Lehm, Löß und Thon). — Es ist schon bei der Beschreibung des Thones, Lehms und Löß (§§. 257—260, S. 653—657) angegeben worden, daß diese drei Erdkrumenarten die Rückstandsproducte von der Zersetzung aller Felsarten, welche kieselsäurereiche Feldspathe, Glimmer, Hornblende und Augite enthalten, oder auch die Zerfallungs- und Schlämmproducte von thonigen Conglomeraten und Schieferthonen, namentlich aber von bindemittelreichen, feinkörnigen thonigen Sandsteinen sind. §. 436.

Indessen ist nach den Erfahrungen des Verfassers, welcher sich viele Jahre hindurch mit der Untersuchung dieser Substanzen beschäftigt hat (vgl. Senft's Lehrbuch der Gesteins- und Bodenkunde. 2. Aufl. 1876. S. 268) wohl das erste Product der Verwitterung aller der obengenannten Felsarten eine mehr oder weniger von Eisenoxydhydrat durchzogene Thonsubstanz. Indem nun aber diese alle bei der Verwitterung freiwerdende lösliche Kieselsäure oder kohlensaure Kalkerde so lange in sich aufsaugt, bis jedes ihrer Massetheilchen von einer dieser Substanzen mehr oder weniger durchdrungen ist, entstehen beim Austrocknen der ursprünglichen Thonsubstanz:

a. Lehmsubstanz, wenn die Thonsubstanz sich nur mit Kieselsäure gesättigt hat;
b. Mergelsubstanz, wenn die Thonsubstanz sich nur mit kohlensaurem Kalk mehr oder weniger gesättigt hat.

§. 435. die Thäler umſchließenden, Berggehängen lagern, daß die noch jetzt dieſe Thäler durchſtreichenden Gewäſſer ſelbſt beim höchſten Stande ihrer Fluthen nicht dieſe Höhen erreichen können. Und doch deutet die totale Abrundung und Abſcheuerung der Blöcke und Gerölle dieſer Ablagerungen, ſowie die horizontalzonenweiſe Vertheilung der letzteren darauf hin, daß nur Waſſerfluthen ſie abgeſetzt haben können.

So zeigt ſich an den Muſchelkalkbergzügen, welche das Hörſchelthal bei Eiſenach an ſeiner Nordſeite begrenzen, in 100 Fuß Höhe über der gegenwärtigen Thalſohle eine Zone von Granit-, Syenit-, Diorit-, Melaphyr- und Kugelporphyrgeröllen, wie ſie gegenwärtig weder die Hörſchel noch einer ihrer Zuflüſſe noch führt, und deren Mutterfelsmaſſen zwar gegenwärtig noch am Rücken des Rennſtieg von Ruhla an bis zum Spießberg bei Friedrichsroda zu Tage ſtehen, aber keine Verbindung mit Flüſſen haben, welche zur Hörſchel ziehen. Weiter hin erſtreckt ſich eine bunte Geröllzone aus der Umgegend von Friedrichsroda am Nordabhange des Thüringerwaldes über alle Höhen von 800 und 900 Fuß Höhe nordwärts über Gotha bis Gräfintonna bei Langenſalza, wo ſie ſich mit den nordiſchen Findlingen mengt. Das Beachtenswerthe bei dieſer thüringiſchen Geröllablagerung iſt, daß ſie immer nur in den angegebenen Höhen, aber nie in den Thälern auftritt, was wohl darauf hindeutet, daß erſt nach dieſer Ablagerung die Flußthäler von den Fluthen ausgewaſchen worden ſind. — Ferner finden ſich nach Studer längs des ganzen Alpenſyſtems in einer wohl ſechs geographiſche Meilen (von Thun bis Aarberg) breiten Zone mächtige Geröllmaſſen, die an der äußeren Grenze der Zone ſich mit Sand und Lehm mengen und zuletzt durch ſie verdrängt werden. „Wer je noch dieſe Gerölle ſorgfältig unterſucht hat, gewann die Ueberzeugung, daß nur Ströme ſie abgelagert haben können. Sie ſind horizontal, aber oft undeutlich, geſchichtet und enthalten hie und da einzelne, oft ebenfalls gerollte, Knochen von Landthieren, aber nie Spuren von Seethieren.“ — Im Aarthale bei Bern findet man an den Abhängen der die Fläche begrenzenden Hügel geſchichtete Geröllmaſſen bis in die Höhe von 210 bis 350 Fuß über der Thalfläche. — In den Kiesmaſſen, welche bei Baſel den Boden des Rheinthales bedecken, erkannte Merian die Gerölle der verſchiedenen Zuflüſſe des Rheins. „An den Abhängen der Hügel daſelbſt kommen alte Geröllbänke bis auf Höhen von 200 Fuß über dem jetzigen Rheinſtande und zerſtreute Gerölle noch bedeutend höher vor.“ — Sehr viele hierher gehörige Thatſachen ſind beſonders in England und Schottland geſammelt worden; aber alle gaben daſſelbe Reſultat: „In der Diluvialzeit wurden durch Gewäſſer weit ſtärkere Geröll- und auch Lehmablagerungen, als die jetzigen Ströme derſelben Gegend es vermögen, abgeſetzt; die Ausdehnung dieſer Ablagerungen erſtreckte

sich über Thalflächen und Ebenen von großer Breite und stieg hoch über dem jetzigen Wasserstande an den Bergen und Hügeln in der Umgebung der Thäler in die Höhe; die Gerölle dieser Schuttablagerungen stammen aus Gegenden ab, die jetzt anderen Stromgebieten angehören" (vgl. Studer: Lehrbuch der physik. Geogr. und Geol. 1. Band. S. 270 u. f.).

Für diese merkwürdigen Geröll- und Sandablagerungen ist folgende Erklärung möglich:

Die in der Diluvialzeit durch Schmelzung der Gletschermassen entstandenen Wasserfluthungen führten so viel Steinschuttmassen in die Thäler, daß diese letzteren bis hoch an den sie umgebenden Bergen hinauf mit Geröllschutt ausgefüllt wurden. Nachdem nun diese Fluthungen sich einen Abzugscanal erbrochen hatten und durch denselben abgezogen waren, nagte sich der nun noch übrigbleibende und noch jetzt die betreffenden Thäler durchziehende Strom ein im Verlaufe der Zeit in diese Ablagerungen immer tiefer einschneidendes Strombett ein, in welchem er nun allen Schutt so weit wegfluthete, daß gegenwärtig nur noch die letzten Reste dieser Ablagerungen und zwar in solchen Höhen vorkommen, bis zu welchen jetzt der Strom des Thales nicht mehr gelangen kann. Die in diesen hochgelegenen Schuttablagerungen auftretenden groben Felstrümmer aber sind, wie früher schon angegeben, durch schwimmende Grundeisschollen herbeigefluthet worden.

Fortsetzung. — **III. Diluvialer Erdschutt** (Lehm, Löß und Thon). — Es ist schon bei der Beschreibung des Thones, Lehms und Löß (§§. 257—260, S. 653—657) angegeben worden, daß diese drei Erdkrumenarten die Rückstandsproducte von der Zersetzung aller Felsarten, welche kieselsäurereiche Feldspathe, Glimmer, Hornblende und Augite enthalten, oder auch die Zerfallungs- und Schlämmproducte von thonigen Conglomeraten und Schieferthonen, namentlich aber von bindemittelreichen, feinkörnigen thonigen Sandsteinen sind. §. 436.

Indessen ist nach den Erfahrungen des Verfassers, welcher sich viele Jahre hindurch mit der Untersuchung dieser Substanzen beschäftigt hat (vgl. Senft's Lehrbuch der Gesteins- und Bodenkunde. 2. Aufl. 1876. S. 268) wohl das erste Product der Verwitterung aller der obengenannten Felsarten eine mehr oder weniger von Eisenoxydhydrat durchzogene Thonsubstanz. Indem nun aber diese alle bei der Verwitterung freiwerdende lösliche Kieselsäure oder kohlensaure Kalkerde so lange in sich aufsaugt, bis jedes ihrer Massetheilchen von einer dieser Substanzen mehr oder weniger durchdrungen ist, entstehen beim Austrocknen der ursprünglichen Thonsubstanz:

a. Lehmsubstanz, wenn die Thonsubstanz sich nur mit Kieselsäure gesättigt hat;
b. Mergelsubstanz, wenn die Thonsubstanz sich nur mit kohlensaurem Kalk mehr oder weniger gesättigt hat.

§. 436. Hiernach ist also der gemeine Thon ein mit Eisenoxydhydrat innig und gleichmäßig gemischtes kieselsaures Thonerdehydrat; der reine Lehm, Grundlehm oder Löß ein innig und gleichmäßig von erstarrter Kieselsäure oder Kieselmehl durchdrungener Thon; der reine Mergel aber ein innig und gleichmäßig von mehlförmigem kohlensauren Kalk durchdrungener gemeiner Thon. Man kann sich Grundlehm und Mergel auch auf künstlichem Wege bereiten entweder dadurch, daß man Thonschlamm mit einer Auflösung von Kieselsäure oder kohlensaurem Kalke sättigt und dann austrocknen läßt — oder dadurch, daß man möglichst dünnen Thonschlamm mit fein pulverisirtem, mehlartigem Quarz- oder Kalksand tüchtig untermischt, gehörig umrührt und dann ruhig stehen läßt.

In der Natur nun entstehen diese genannten drei Erdkrumen-Arten auf folgende Weise: Die aus der Verwitterung der Gesteine entstehende Grundthonsubstanz wird durch Regenwasser von der Felsoberfläche abgespült und sammelt sich in der nächsten Umgebung ihrer Muttergesteine an. Jetzt wird sie aber von demselben Regenwasser mit noch unzersetztem Sand und Felsgrus ungleichmäßig untermischt und in eine sandige Thonmasse umgewandelt. Indem aber der ihr beigemischte Felsgrus (Feldspath-, Granit-, Gneiß-, Porphyr- u. s. w. Grus) weiter verwittert, entstehen aus ihm außer Thonsubstanz zunächst lösliche kieselsaure Alkalien, welche sich dann aber unter dem Einflusse von Kohlensäure haltigem Meteorwasser in kohlensaure Alkalien und freie lösliche Kieselsäure zersetzen. Durch diese letztere nun wird endlich die vorhandene Thonsubstanz in Grundlehm oder Löß umgewandelt. Demgemäß besteht also die Verwitterungskrume der Feldspath-, Glimmer- und Hornblende haltigen krystallinischen Felsarten nicht aus einer, mit Felstrümmern untermengten, Thonkrume, sondern aus einem ungleichmäßigen Gemenge von Löß, Grus und Sand oder mit anderen Worten aus sogenanntem Verwitterungslehm. Regenwasser spült dann weiter diesen Verwitterungslehm in die Schluchten, Buchten und Thäler der Gebirge, wo er sich nun im Verlaufe der Zeiten zu oft sehr mächtigen Ablagerungen anhäuft. Dieser Verwitterungslehm oder gemeine Lehm besteht demnach aus einem Gemenge von Grundlehm oder Löß mit gröberem und feinerem Sand und Grus. Wird nun derselbe durch Wasserfluthen aus seinen Gebirgslagerstätten weggeschlämmt, so verliert er während seines Transportes allmählig seinen sämmtlichen, ihm nur ungleichmäßig und nicht innig beigemengten Sand und Grus, so daß von ihm nur noch der, aus Kieselmehl oder Mehlsand und Thon innig und gleichmäßig gemischte, Grundlehm oder Löß durch das Wasser weiter gefluthet und zuletzt an solchen Orten abgesetzt wird, wo es lange Zeit gestaut oder zum Stillstand gebracht wird, wie dieses namentlich der Fall zwischen Anhäufungen von grobem Felsschutt oder auch in den tiefen Seitenbuchten der Stromthäler der Fall ist. In diesen secundären Lagerstätten kommt er nun häufig mit Kalkschlamm oder auch Kalklösungen in Berührungen. Der Kalkschlamm scheidet sich dann gewöhnlich in knollenförmigen Concretionen (— den sogenannten Lößkindelen —) aus; der gelöste Kalk

aber wird vom Löß aufgesogen und innig mit seiner Masse verbunden, §. 436.
so daß nun der Löß mergelig wird. — Wenn nun aber das Lößschlamm führende Gewässer in ein Seebecken gelangt, so wird derselbe so fein zertheilt, daß er zuletzt auch noch sein Kieselmehl verliert und in Folge davon auf der Sohle des Beckens zuunterst eine Mehlsandschichte und darüber eine Ablagerung von fettem, plastischem Thon bildet.

Der Lebenslauf des Thones ist also kürzlich folgender:

1) Aus der Verwitterung der Felsmasse entsteht zunächst reiner Thon.
2) Aus ihm wird durch Aufnahme von Kieselmehl reine Lehmsubstanz oder Löß.
3) Regenwasser vermischt diesen letzteren noch an seiner Geburtsstätte mit Grus und gröberen, durch Wasser abschlämmbaren, Sand, wandelt den Löß so in gemeinen Lehm um und schlämmt ihn in Gebirgsbuchten am Fuße seiner Mutterfelsarten.
4) Stromfluthen schlämmen diesen Lehm aus seinen Lagern weg, ziehen aus seiner Masse den gröberen Sand heraus, wandeln ihn wieder in Löß um und setzen diesen gewöhnlich weit von seinen ursprünglichen Lagerstätten ab;
5) oder sie führen ihn in Seebecken, wo nun der Löß wieder zertheilt wird in Sand- und Thonlager.

(Im Uebrigen vergleiche §§. 257—260 der Gesteinskunde).

Nach allem diesen ist der gemeine Lehm vorherrschend ein sich noch fortwährend entwickelndes Alluvialgebilde, welches vorzüglich in den Buchten zwischen seinen Muttergesteinen lagert; der Löß und Thon aber sind wohl vorzüglich als Diluvialbildungen zu betrachten, welche entfernt von ihren Muttergesteinen lagern und zwar der Löß an den seichteren Uferzonen oder in den Buchten der ehemaligen Ströme, der Thon aber in den mittleren und tieferen Zonen dieser Ströme oder noch mehr in ehemaligen Seebecken.

Löß, — dieses feinkrümelige, im durchfeuchteten Zustande mulmigkrümelige und dann beim allmählichen Austrocknen zu einer Art trocknen Sandsteines, aber nicht zu steinharten Klumpen zusammenbackende, und bei schneller Austrocknung zu grobem Mehle zerfallende, aus einem innigen Gemenge von Thon und Mehlsand bestehende, nicht selten aber auch mehr oder weniger kohlensauren Kalk enthaltende, Erdkrumengemenge —, bildet in den großen Stromthälern, namentlich im Donau-, Neckar- und Rheinthale von Basel bis Bonn, eine bis 500 Fuß mächtige Ablagerung, welche vorherrschend in den großen Seitenbuchten dieser Thäler, in welche gegenwärtig die Ströme nicht mehr gelangen können, auftreten und daselbst mehrere hundert Fuß hohe Hügelzüge zusammensetzen, deren Massen die Eigenthümlichkeit besitzen, daß sie da, wo sie von Wasserrissen durchzogen werden, steil abbrechende Wände bilden. Er tritt aber außerdem auch noch in den Seitenbuchten vieler Thäler der mitteldeutschen Bergländer, so im Hörselthale nördlich vom Thüringerwalde und in der Güldenen Aue südwärts vom Harz, und am Nordrande dieser Bergländer vom Harze an durch Sachsen und Schlesien bis nach Galizien hin in einer nordwärts von erratischen Blöcken be-

§. 437. erhaltene, Schädel, Gebisse und andere Knochentheile ihres Körpers, seltener ganze Skelette, *eingebettet theils in sandigem Löß, theils in eisenschüssigem Thon* (oder Mergel), welcher oft ganz durchzogen erscheint von Haaren, Kothbrocken und Verwesungssubstanzen. Zwischen den Skelettheilen dieser Thiere aber lagern nun häufig auch noch Knochen, Gebisse und Hörner oder Geweihe von kräuterfressenden Thieren (z. B. vom Rind, Hirsch und Rennthier), welche jedenfalls den Höhlenraubthieren zur Nahrung dienten, wie unter anderem auch die Zahneindrücke an den benagten Knochen der letztgenannten Thiere beweisen. Die Menge dieser diluvialen Höhlenraubthiere muß eine außerordentlich große gewesen sein, da man z. B. in der Gailenreuther Höhle die Reste von über 800 Höhlenbären, in der berühmten englischen Höhle von Kirkdale unweit York aber die Skelettheile von über 300 Höhlenhyänen gefunden hat. Nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen indessen herrschten unter den oben genannten Raubthieren überhaupt die Bären und Hyänen und zwar in der Weise vor, daß während in den Höhlen der einen Landesgebiete die Höhlenbären, in denen der anderen Landesgebiete die Höhlenhyänen vorzüglich hausten. So findet man z. B. in den Höhlen der fränkischen Schweiz (Sophienhöhle, Gailenreuther, Hohenfelser und Muggendorfer Höhle) und Thüringens (Altensteiner Höhle) nur Höhlenbären, am Harze in der Baumannshöhle, in Westphalen im Hohlenstein und in Englands Höhlen namentlich Hyänen.

Während nun so die Reste der ehemaligen Höhlenbewohner, — Generation auf Generation — untermischt mit den Knochen der von ihnen verzehrten Thiere in einer Art Uebereinanderlage in dem Höhlenschlamme eingebettet liegen, werden sie in den Kalkfelshöhlen gewöhnlich von einer mehr oder minder starken, erst später entstandenen Lage von Kalksinter nicht blos überdeckt, sondern häufig auch so unter einander verkittet, daß sie eine wahre, fest zusammenhängende, *Kalksteinbreccie* bilden (vgl. die Beschreibung der *Höhlenbreccie* §. 241 S. 617).

Diesen Grabkammern der Höhlenraubthiere gegenüber stehen diejenigen Höhlen-Knochen-Ablagerungen, welche mehr oder weniger deutlich den Charakter des Zusammengefluthetseins an sich tragen, indem sie zunächst aus abgeriebenen, mehr oder weniger mürben, zerstückelten Knochen von Thieren der verschiedensten Art, namentlich von Nichthöhlenbewohnern, bestehen und bunt und wirr durch einander in dem Höhlenschlamme eingebacken liegen, sodann in Höhlen abgelagert erscheinen, durch deren engen spaltenförmigen Eingang kein Höhlenbewohner — nicht für sich allein und noch weniger mit einer Beute beladen — eindringen konnte, (wenn man nicht zu der, schwer aber zu beweisenden, Hypothese, daß die ehemaligen Eingänge durch Erderschütterungen und Höhleneinstürze eingestürzt seien, seine Zuflucht nimmt); endlich auch bei einem wirklich vorhandenen Eingange doch in solchen Räumen der Höhlen aufgespeichert liegen, in welche wegen ihres senkrecht zur Tiefe ziehenden, schlotähnlichen Abfalles kein Thier, auch nicht der Höhlenbär, gelangen konnte.

Merkwürdig ist in dieser Beziehung die oben genannte Gailenreuther Höhle; sie zeigt nemlich in ihrer obersten, fast wagerecht liegenden, Kammer das Grabbett von Höhlenbären, dann aber hinter und unter dieser einen senkrechten Schacht, welcher sich nach unten zu einer Kammer erweitert, welche angefüllt ist mit einem schwarzgrauen, ganz mit zerschabten Knochen erfüllten Schlamm. Wahrscheinlich hat das später in die ursprüngliche Bärengrabkammer eindringende Wasser den daselbst aufgehäuft liegenden Knochenschutt in diese Schachthöhle gefluthet (Fig. 449). §. 437.

Fig. 449.
Durchschnitt durch die untere Partie der Gailenreuther Höhle.

Bemerkenswerth erscheint hier noch, daß man auch in mehreren der ehemaligen Raubthierhöhlen z. B. Frankreichs bei Narbonne in der Höhle von Bize und von Pondres Schädel, Zähne und Knochen von Menschen und Ueberreste von thönernen Geschirren in Untermengung mit Ueberresten diluvialer Thiere verschiedener Art gefunden hat. Wie diese menschlichen Ueberreste in diese diluviale Gesellschaft gerathen sind, darüber wird später noch Mehreres mitgetheilt werden.

Die wichtigsten Knochenhöhlen Deutschlands sind schon S. 117 angegeben worden.

b. Die Schluchten-Knochen-Ablagerungen oder die Spalten- oder Herbivorenbreccie (vgl. hierzu §. 241 S. 617). — An den Küsten des Mittelmeeres von Gibraltar längs der Küste Spaniens bis Cette, Antibes, Nizza, dann auch am Monte Pisano, auf Corsika (bei Bastia), auf Sardinien (bei Cagliari), auf Sicilien (am Vor-

gebirge Palinure bei Salerno), an Dalmatien, an der Küſte von Afrika bei Oran, auf Corfu, Cerigo bis nach Syrien hin befinden ſich nach oben offene, 1 — 12 Fuß breite, bisweilen mehrere Meilen landeinwärts ziehende und theils dicht am Meeresufer, theils bis 500 Fuß über demſelben, theils auch weiter landeinwärts liegende Spalten, welche mit der ſchon im §. 241, S. 617 ausführlich beſchriebenen Knochenbreccie ausgefüllt ſind. Von den in dieſer Breccie eingekitteten Knochen ſtammen die meiſten von Kräuter freſſenden Hufthieren (namentlich vom Rhinoceros, Hirſch, Rennthier, Ochs) und von Nagethieren (— namentlich von der Wühlmaus [Arvicola] und von dem Pfeif- oder Schoberhaſen [Lagomys], von welchen beiden Gattungen in der Breccie von Cagliari an 3000 Individuen gefunden worden ſind —) ab, ſo daß man mit Recht dieſelbe eine Herbivorenbreccie nennt; von den Geſteinstrümmern derſelben aber rühren die meiſten von den Felsmaſſen her, in deren Spalten die Breccien eingebettet ſind, ſo namentlich von Kalkſtein und Dolomit. Das Bröckelige und Zerriſſene der Knochen, ſowie das Abgerundete der Steintrümmer, ebenſo die Erſcheinung, daß nur Landſäugethierreſte und Landconchylien in der Breccienmaſſe eingewachſen ſind, deuten offenbar darauf hin, daß nur kalkhaltige Süßwaſſerfluthen, welche ſich von den Kalkgebirgsketten des anliegenden Küſtenlandes aus durch die Gebirgsſpalten ein Rinnbett nach dem Meere hin erbrachen und durch die gegen das Land heranrollenden Meereswogen aufgehalten und in den Schluchten geſtauet wurden, das Bildungsmaterial zu dieſer eigenthümlichen Breccie geliefert haben.

§. 438. **Fortſetzung. — V. Diluviale Süßwaſſerkalk- und Limonitbildungen.** — Wie noch in der Gegenwart, ſo bildeten ſich auch ſchon in der Diluvialzeit überall da, wo mit gelöſten Kalk- oder Eiſencarbonaten verſehene Landgewäſſer geſtauet und zur Verdunſtung gebracht wurden, mehr oder minder bedeutende Ablagerungen von Süßwaſſerkalk oder von Limonit; allein es iſt nur dann möglich, die Zeit ihrer Bildung zu beſtimmen, wenn ſie einerſeits diluviale Organismenreſte oder erratiſche Blöcke umſchließen, oder andererſeits von anerkannten Diluvialmaſſen überlagert werden.

a. Diluviale Süßwaſſerkalk-Ablagerungen. — Eine wichtige Rolle ſpielt bei der Bildung der diluvialen Ablagerungen der kohlenſaure Kalk, da er nicht nur eine ſehr gewöhnliche Beimengung allen, in den Thalebenen und Buchten der älteren und jüngeren Kalkgebirge lagernden, Lehmes und Löſſes iſt und auch ſehr häufig mit Sand oder Thon untermengt das Bindemittel der diluvialen Sandſteine und Conglomerate, z. B. der oben beſchriebenen Knochenbreccien, bildet, ſondern auch für ſich allein mehr oder minder bedeutende Ablagerungen von ſogenannten Süßwaſſerkalkſteinen (Travertin oder Kalktuff) ſowohl in den Seitenbuchten und Becken der ehemaligen diluvialen Seen und Ströme, wie auch in den ehemals von Quellbächen durchfloſſenen Schluchten der Kalkgebirge zuſammenſetzt. Bemerkenswerth erſcheint es aber, daß viele dieſer in der Diluvialzeit

begonnenen Süßwasserkalkbildungen noch in der Alluvialzeit fortdauerten. §. 438.
Dieses ist unter anderen der Fall in den thüringischen Seebecken zwischen Mühlhausen und Greußen.

Die in den eben erwähnten Localitäten, namentlich aber in den ehemaligen Seen der Muldenthäler auf den Plateaus der Kalkbergländer, lagernden Süßwasserkalkbildungen sind (— wie auch schon im §. 145 S. 444 und §. 225 S. 599 der Petrographie angegeben worden ist —) ihrer Gesteinsbeschaffenheit und Entstehungsweise nach von doppelter Art:

1) Die einen sind erdig-körnig, feinsandsteinartig bis fast dicht, im frisch gebrochenen Zustande mürbe, säg- oder schneidbar und in wagerechte Platten und Schichten, auf deren Absonderungsflächen mehr oder weniger gut erhaltene Blätter verschiedener Bäume, namentlich von Erlen, Rüstern, Eschen und Weiden, flach ausgebreitet liegen, abgesondert. Diese, häufig durch dünne, schwarzgraue, Thonzwischenlagen von einander getrennte, Süßwasserkalkbänke sind ihrem ganzen Wesen nach *Absätze von Kalkschlamm*, welchen die in die Seebecken mündenden und von den Kalkbergen der Seeumgebung kommenden Flüsse herbeigeschlämmt haben. Sie lagern in der Regel theils in den Tümpfeln, theils in den Buchten zu beiden Seiten der ehemaligen See- und Strombecken und bilden nicht selten das Grabbett von zusammengeschwemmten diluvialen Säugethierresten, so von Geweihen, Hörnern, Zähnen, Rückenwirbeln und Beinknochen des Elephas primigenius, Rhinoceros leptorhinus und tichorhinus, Bos priscus, Cervus elaphus fossilis, Sus proavitus, Equus adamiticus und Hyaena spelaea, aber außerdem auch von Land- und Süßwasserconchylien (Heliciten, Planorben, Succineen und Paludinen) und Phryganeenhülsen.
2) Die anderen Süßwasserkalksteine bestehen aus lauter krystallinischen Kalkspathkörnern, sind zuckerkörnig, porös oder zellig, Dolomiten oft nicht unähnlich, bilden das Incrustirungsmittel von Schilf-, Rohr- und Riedgräsern, durch deren Wegfaulung Röhren in der sie einhüllenden Kalktuffmasse entstehen, dann auch von Knochen und Conchylien und sind *durch Auflösungen von kohlensaurem Kalk entstanden*, welche während ihres Flusses durch die dicht beisammen stehenden Schilfrohransiedelungen unaufhörlich gestauet und in Folge davon zur Absetzung ihres Kalkes an die sie aufhaltenden Rohr- und Grashalme genöthigt wurden. Diese Art von Süßwasserkalk lagert namentlich in den Randzonen der ehemaligen Seen, außerdem aber auch in der Mittelzone derselben, über dem sandig-erdigen Kalktuff, mit welchem sie in tieferen Seebecken auch wechsellagert oder untermengt vorkommt. Sie ist wohl in den meisten Fällen ein Gebilde von Quellen, welche theils auf dem Grunde der Seen emporsprudelten, theils aus den Kalkbergen der Seeumgebung hervortraten und ihr kalkhaltiges Wasser den Bächen zum Transport in die Seebecken übergaben. Das Thüringer Triasbergland und namentlich die Becken im Muschelkalk-

§. 438. und Mittelkeupergebiete desselben, ist reich an solchen diluvialen Kalktuffablagerungen. Die Stadt Mühlhausen steht auf einer derselben, welche eine Mächtigkeit von 80 Fuß besitzt und Hörner vom Bos priscus und Cervus elaphus, sowie Zähne vom Rhinoceros einschließt; ebenso steht die Stadt Langensalza mitten auf einem 60 Fuß mächtigen Kalktufflager. Höchst interessant ist eine dritte Kalkablagerung eine Meile östlich von letztgenannter Stadt zwischen den Orten Burg Tonna und Gräfin Tonna. Bei Burgtonna füllte der dolomitkörnige Kalktuff eine, leider jetzt fast ganz weggebrochene, Kalksteinschlucht, deren beiderseitige Felswände ehedem ganz mit prächtigen, wohl erhaltenen, inkrustirten Wedeln von Scolopendrium officinale (— einem gegenwärtig gar nicht mehr im mittleren Deutschland wachsenden Farn —) bedeckt war (Fig. 450), während im Innern dieser Schlucht der Kalktuff einen wahrhaft colossalen Stoßzahn des Elephas primigenius und Gebisse des Ursus spelaeus und der Hyaena enthielt. — Berühmt endlich ist auch die Süßwasserkalkablagerung im Innthale bei Oberweimar durch die in ihr häufig vorkommenden Elephanten- und Rhinoceroszähne.

Fig. 450.
Scolopendrium officinale auf dem Kalktuff bei Burgtonna unweit Langensalza.

Bemerkung: Der Verfasser hat diese Süßwasserablagerungen ausführlich in der Abhandlung: „Wanderungen und Wandelungen des kohlensauren Kalkes" im 13. Bd. der Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft S. 319 u. ff. beschrieben.

b. Die diluvialen Limonitbildungen. — Die Moorerze oder Limonite, deren Natur, Verbreitung und Bildungsweise schon in den §§. 68 bis 71, S. 219 bis 228 ausführlich beschrieben worden sind, entstehen gegenwärtig noch überall da, wo Wasser mit gelöstem, doppelt kohlensaurem, quellsaurem oder torfsaurem Eisenoxydul aus dem Boden hervorquillt und seinen Eisenoxydulgehalt durch Umwandlung desselben in unlösliches Eisenoxydhydrat absetzt. Ihre Hauptlagerstätten finden sich daher hauptsächlich auf dem Grunde von Torfmooren und im Untergrunde von quelligen sandreichen Bodenablagerungen. Es ist indessen schwer zu entscheiden, ob diese Ablagerungen diluvial oder alluvial sind oder ob sie in der Diluvialzeit begonnen und in der Alluvialzeit sich noch fortentwickelt haben. Manche dieser Limonitablagerungen umschließen zwar in Brauneisenerz umgewandelte Hirschgeweihe oder auch hie und da vereiserte Heliciten, Sumpfmoose und Wurzelreste von Bäumen, aber alle diese Organismenspuren lassen es ungewiß, ob sie di- oder alluvial sind. Nur wenn diese Limonit-

ablagerungen unter Torf-, Sand-, Lehm-, Löß- oder Kalktufflagern auftreten, welche ihrer Ablagerung und ihren Organismenresten nach diluvial sind, dann sind auch sie als Diluvialbildungen zu betrachten. Für diese Bildungsverhältnisse aber fehlen bis jetzt noch die sicher beweisenden Belege.

Fortsetzung. — VI. Diluviale Torfablagerungen. — Wie die Süßwasserkalk- und Limonitbildungen noch in der Gegenwart fortdauern, so ist es auch mit den Torfgebilden. Wie daher jene nur da als diluviale Schöpfungen gelten können, wo sie unter anerkannt diluvialen Schuttablagerungen lagern und auch wirkliche diluviale Organismenreste einschließen, gerade so ist es auch mit den diluvialen Torflagern. Außerdem aber dürften wohl auch diejenigen Torfbildungen hierher gehören, welche Pflanzenarten umschließen, die gegenwärtig gar nicht mehr wild wachsend in den Landesgebieten eines Torfmoores vorkommen. Und endlich sind auch manche der sogenannten unterseeischen Torfgebilde oder Dargschichten zu den diluvialen Torfgebilden zu rechnen. §. 439.

1) Bei Liebenwalde in der Mark Brandenburg kommen bedeutende Torflager vor, welche eine Decke scheinbar von Diluvialsand haben; allein dieselben sind, wie dieses bei den Torflagern in den Thälern der Dünen häufig der Fall ist, erst in der Alluvialzeit entstanden und durch starke Windwehen mit Sand überschüttet worden. Merkwürdig aber ist, daß in diesem Sande häufig Bernsteinkörner gefunden werden.

2) Von Schleswig bis zur Schelde hin liegen unter den Meeresalluvionen oft zu mehreren über einander und in Wechsellagerung mit Marschgebilden Torfablagerungen, welche man Darg nennt; allein dieselben gehören doch nur zum Alluvium; denn da, wo sie ganz durchstochen worden sind, z. B. in den Warfen bei Emden, lagern sie auf Geestsand mit nordischen Geröllen. Selbst die sogenannten Martorflager, welche gegenwärtig auf dem Boden der Nordsee, z. B. zwischen Nieuport und Ostende, lagern und von Meeresschlamm überdeckt sind, müssen zum Alluvium gerechnet werden; denn sie lagern über der diluvialen Geest, umschließen menschliche Geräthschaften, z. B. thönerne Töpfe und Schüsseln, Glasgefäße, römische Münzen, Hämmer, selbst Votivsteine und sollen zur Zeit des Julius Cäsar noch bewohnbares Land gebildet haben (vgl. hierzu Senft: „Die Humus-, Marsch- und Torfgebilde" S. 167 und in der I. Abtheilung dieser Geognosie §. 60—67, S. 192—218 die Beschreibung der Torfgebilde).

3) Bei Hafenarbeiten, welche 1876 bei Ystad in Schweden vorgenommen wurden, ist ein höchst interessanter Fund gemacht worden, über dessen Beschaffenheit „Lunds Weckoblad" folgende nähere Aufschlüsse ertheilt. In einer Tiefe von 15 Fuß unter der Meeresfläche hat man ein Torfmoor von etwa 18 Zoll Dicke entdeckt. Das Moor besteht aus abwechselnden gelben und schwarzen Schichten und ist besonders reich an Thier- und Pflanzenüberresten. In den untersten Schichten findet man zwischen Baumwurzeln in reicher Menge Landschnecken:

§. 439. die übrigen Schichten enthalten hingegen theils ſolche Schneckenarten, welche an feuchten Stellen leben, theils Süßwaſſer-Schnecken. Auf dem Boden des Moores ſtehen gewaltige Baumſtämme, gleichwie man auch ganze Bäume von bedeutenden Dimenſionen gefunden hat. Ferner findet man dort Chara-Wurzeln, Früchte von Ceratophyllum demersum, Blätter einer Weidenart, Haſelnüſſe u. ſ. w. Knochen und Inſektenflügel ſind ebenfalls nicht ſelten. Alle dieſe Funde gehören zu der Fauna und Flora, welche noch in der Provinz Schonen exiſtiren. Das ganze Moor liegt verſteckt unter einem mächtigen Lager von grauem Sand, in welchem man ſolche Schnecken und Muſcheln gefunden hat, wie ſie noch in der Oſtſee gewöhnlich ſind. In dieſem Sandlager hat man auch Knochen von verſchiedenen Säugethieren gefunden, als von mehreren Rindviehgattungen, von Schafen, von zwei Hunderacen ꝛc. Man kann aus dieſen Funden ſo ziemlich klar auf die Art und Weiſe ſchließen, auf welche das Moor gebildet worden iſt. Urſprünglich iſt die Stelle trocken und mit Waldung bewachſen geweſen. Vermuthlich iſt ein kleiner Bach hindurch gefloſſen, und da dieſer aus irgend einem Grunde aufgedämmt worden iſt, iſt zuerſt eine Art Sumpf entſtanden, welcher ſich nach und nach in einen See verwandelte. Durch die allgemeine Senkung, welcher der ſüdliche Theil von Schweden unterworfen iſt, iſt auch dieſer See in das Meer hinabgeſunken und dieſes hat dann im Laufe der Zeiten die mächtigen Sandmaſſen abgelagert, welche jetzt das Torfmoor bedecken. Auch Alterthümer hat man namentlich in dem Sandlager maſſenhaft gefunden, als: Boote mit Steinen, eine Büchſe von beſonders alter Conſtruction und ſonſtige Gegenſtände. Am eigenthümlichſten iſt jedoch, daß man unter der Torfſchicht Gegenſtände aus dem Bronzealter angetroffen hat. Da dieſe Periode nach der Hypotheſe Profeſſor Nilsſon's ungefähr 100 Jahre vor Chriſti Geburt ihren Anfang nimmt, ſo ſcheint dieſer Fund zu beweiſen, daß die ganze Bildung des Torfmoores, die Verſenkung deſſelben u. ſ. w. in einer verhältnißmäßig ſehr kurzen Zeit geſchehen iſt. Unterſeeiſche Torfmoore von gleicher Beſchaffenheit, wie das vorerwähnte, ſind früher an den Küſten Schonens ermittelt worden, z. B. bei Landskrona und bei Trellaborg; allein das Moor, welches jetzt bei Yſtadt zu Tage gefördert worden, iſt von ungewöhnlichem Intereſſe. — Die Torfbildung, welche ſcheinbar diluvial, in der That aber ihren Einſchlüſſen nach alluvial iſt, kann als Beleg für die Entſtehung von unterſeeiſchen Torflagern dienen.

4) Als diluvial oder doch wenigſtens als Uebergangsbildungen vom Diluvium zum Alluvium dagegen ſind die Torfablagerungen zu betrachten, welche bei Langenſalza und Greußen in Thüringen [illegible] anerkannten Diluvialkalktufflagern, wenn auch nur mit geringer [illegible] tigkeit, vorkommen. Und ebenſo ſind wohl auch [illegible] lagerungen, in denen man Gerippe vom C[illegible] oder des Megaceros hibernicus (z. B. Man), Schädel vom Bos primigeni[illegible]

Reſte vom Elephas primigenius (z. B. bei Wittgendorf unweit Sprottau in Schleſien), Gerippe des Bos Pallasii oder Urus priscus (z. B. bei Geevenbroich) oder Knollen und Samenkapſeln von Iris sibirica (z. B. bei Wandersleben in Thüringen) findet, zu den diluvialen (oder uralluvialen) Gebilden zu rechnen. — Ebenſo ſind auch die, zwiſchen zwei Ablagerungen von Gletſchergeröllen befindlichen, Schieferkohlenlager von Utznach, Dürnten und anderen Orten im Canton St. Gallen und Zürich nichts weiter als diluviale Torflager, welche eine große Menge von Reſten des Bergahorns, der Eiche, Birke, Lärche, Kiefer und Fichte und außerdem auch Körpertheile vom Elephas primigenius, Rhinoceros, Bos primigenius, Cervus elaphus und Ursus spelaeus umſchließen. §. 439.

5) Ebenſo kommt nach G. v. Helmerſen („Bericht über die in den Jahren 1872 bis 1876 in den Gouv. Grodno und Kurland ausgeführten geolog. Unterſuchungen ꝛc.") etwa 4 Werſt ſüdl. von Grodno in einer Schlucht bei dem Dorfe Shidowtſchisny folgende diluviale Torf-Ablagerungsreihe vor (Fig. 451):

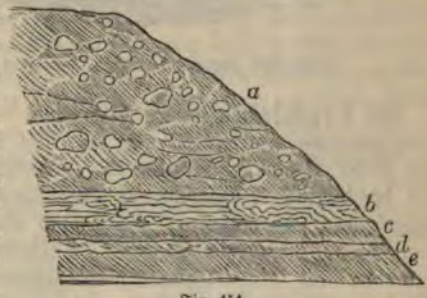


Fig. 451.
Diluviales Torflager (b) bei Grodno (nach G. v. Helmerſen).

a. Sandiger, gelber Lehm (a), mit abgerundeten Blöcken (Rollern) kryſtalliniſcher Geſteine. Bis 60 Fuß mächt. } Diluvium.

b. Darunter blätterige Torfkohle (b) mit plattgedrückten Aeſten und Zapfen von Pinus sylvestris. 6—7 Fuß mächtig.

c. Darunter dunkelgrauer, ſandiger Schieferthon (c); } 1 Fuß mächtig.

d. eben ſolcher Schieferthon, aber härter als c und feſter (d). }

e. Zuunterſt grünlichgrauer, ſandiger Thon (e) mit vielen kleinen Trümmern weißen Kreidemergels und ſchwarzen Feuerſteins.

Derſelbe Gewährsmann theilt mit, daß an dem Landungsplatze Kram-vulgum am Strande von Libau folgende diluviale Torfablagerung vorkommt (Fig. 452):

a. Zuoberſt horizontal geſchichteter Dünenſand (a); 7 Fuß mächtig.

b. Darunter ſchwarzer, weicher, braunkohlenartiger Torf; 2 Fuß mächtig; mit aufrecht ſtehenden, 1 bis 2 Fuß hohen, 3 Fuß dicken Stammſtümpfen von Pinus (b).

c. Zuunterſt grünlichgrauer, wagerecht geſchichteter Thon (c) mit kleinen Geröllen von Granit, Glimmerſchiefer und Quarzit; 6 Fuß mächtig.

Fig. 452.
Diluviales Torflager bei Libau in Kurland (nach G. v. Helmersen).

§. 440. **Die Organismen des Diluviums.** — Durch die am Schlusse de Tertiärperiode eintretenden und sich selbst in die Binnenseen und Thäle der Gebirgsländer eindrängenden gewaltigen Wasserfluthen; weiter durc die nachfolgende Vergletscherung aller höheren Gebirge und der dieselbe umgebenden Landesmassen; und endlich wieder durch die aus der Schmel zung dieser gewaltigen Gletscher entstehenden diluvialen Wasserfluthunge und der, aus diesen letzteren hervorgehenden, unendlichen atmosphärische Wasserdampfmengen wurde das bis zum Beginne des Diluvialzeitalter in der nördlichen Hemisphäre herrschende subtropische und warme temperirt Klima so stark herabgedrückt, daß eine Zeit lang ein wirklich nordische Klima wenigstens in den Landesgebieten nördlich von den Alpen und den Himalaya eintrat, welches umsomehr zum herrschenden Europas und auc Asiens zu werden drohte, als diese beiden Erdtheile mit ihrer ganzen Breite nach Norden hin durch nichts weiter gegen die kalten Polarluft strömungen geschützt waren, als durch die, — ihnen gegenüber verhältniß mäßig kleine und durch ihre allgemeine Vereisung selbst unaufhörlich kalt Luftströme erzeugende und südwärts sendende — skandinavisch-finnisch Insel, während südwärts von ihnen die von Westen nach Osten ziehenden kolossalen Hochgebirgszüge die heißen Aequatorialluftströmungen nur zum geringeren Theile durch die zwischen ihnen gelegenen niederen Landestheil zu den nordwärts gelegenen Landesgebieten gelangen ließen und den be weitem größten Theil dieser Luftströmungen theils zurückstießen, theil verschluckten und zur Schmelzung ihrer mächtigen Eisdecken verbrauchten Selbst nachdem unter dem Einflusse der heißen Aequatorialluftströmunge allmählich die allgemeine diluviale Vergletscherung bis in ihre jetzige Grenzen zurückgedrängt worden war, milderte sich das bis dahin herrschend gewesene, nordischkalte Klima in den mittleren und nördlichen Landes gebieten Europas und Asiens nicht eher, als bis die aus dem Gletscher eise entstandenen Wasserfluthen sich Abzugscanäle zum Oceane erbroche und nun das, von ihnen bis dahin verdeckt gehaltene, Land zum größte Theile verlassen hatten, um sich in den, noch jetzt die Erdtheile umflu

thenden, Meeresräumen anzusammeln. Erst, nachdem dieses alles geschehen war, erst auch, nachdem die neu erstandene Erdoberfläche sich im Allgemeinen bis zu einem bestimmten Grade abgetrocknet hatte; und erst auch, nachdem die Wasserdampfmengen der Atmosphäre sich bis zu dem Maße reducirt hatten, wie sie ungefähr noch gegenwärtig in dem Luftmeere vorhanden sind und die Temperaturverhältnisse desselben schaffen; — erst dann traten im Allgemeinen diejenigen klimatischen Verhältnisse in den Landesgebieten der Erdtheile allmählich hervor, welche noch gegenwärtig in denselben die herrschenden sind und in Folge deren namentlich in Europa §. 440.

die südlich von den Pyrenäen, Alpen und türkischen Gebirgszügen lagernden und vorherrschend von den heißen Luftströmen Afrikas bestrichenen, dagegen durch die nordwärts durch die eben genannten Gebirgszüge gegen die kalten Polarströmungen mehr oder weniger geschützten, Landesgebiete ein warmes temperirtes Klima; die nordwärts von den eben genannten Hochgebirgen gelegenen Landesmassen aber das gegenwärtig noch herrschende gemäßigte Klima erhielten, welches aber nach Norden hin in Folge der immer herrschender werdenden kalten Polarströmungen allmählich in das kalte Klima übergeht.

In Folge aller dieser klimatischen Veränderungen, aber ebenso auch in Folge der Veränderungen aller Standorts- und Bodenverhältnisse mußte sich nun ebenso auch die Pflanzen- und Thierwelt der Erdoberfläche allmählich so verändern, daß zuletzt eine vollständige Trennung der bis dahin über die ganze Erdoberfläche gleichmäßig und bunt durch einander vorgekommenen Pflanzen- und Thierfamilien in diejenigen Zonen, in denen sie noch gegenwärtig vorkommen, eintrat. Ueber die nun während der Diluvialzeit namentlich in Europa hervorgetretenen Pflanzen- und Thierfamilien ist im Allgemeinen Folgendes zu bemerken:

a. Die **Pflanzenwelt** der Diluvialzeit Europas läßt sich in die drei, noch jetzt existirenden, Zonen, — nemlich in die warme temperirte, in die eigentlich gemäßigte und in die kalte —, vertheilen. Die bis jetzt in Spanien, Italien und Krain-Dalmatien aufgefundenen Pflanzenreste gehören alle der warmen temperirten Zone an und ähneln noch den in der tertiären Flora gefundenen und auch noch gegenwärtig in diesen Ländern vorkommenden Pflanzengeschlechtern. Am meisten unter ihnen machen sich bemerklich Blätter von Kastanien, Lorbeer, Eichen und lange Kiefernadeln. Anders aber ist es in England und Deutschland, soweit die bis jetzt in den Löß-, Süßwasserkalk- und Torfablagerungen aufgefundenen Pflanzenreste lehren. Nur in einigen südlich gelegenen Orten, so in der Schweiz, in Südbayern und Steyermark, kommen noch einzelne Ueberreste von der ehemaligen, subtropischen Tertiärflora, so Blätter von Castanea, Buxus, Ostrya, Ornus und Quercus, vor, aber im übrigen Deutschland, in England, in Polen und Rußland machen sich Gattungen der noch jetzt in diesen Ländern lebenden Pflanzenfamilien geltend, vor allen Weiden, Erlen, Birken, Aspen, Ulmen, Kiefern und Fichten, seltener Eschen, Ahorne, Linden, Eichen und Hainbuchen und noch seltener Buchen. Am meisten aber treten unter diesen Baumarten die gemeine Kiefer, die nordische Zwergkiefer (Pinus montana), die Lärche, die Birke mit ihrer zwergigen

§. 440 Abart (Betula nana) und die Sohlweide (Salix caprea) hervor. Sprechen nun ſchon dieſe letztgenannten Baumarten für ein vorherrſchend nordiſches Klima, ſo iſt dieſes noch mehr der Fall bei den, die diluvialen Torfmoore zuſammenſetzenden, Riedgrasarten und namentlich bei den Torfmooſen, unter denen ſich vorzüglich das hochnordiſche Hypnum sarmentosum und Hypnum groenlandicum bemerklich macht. Es müſſen übrigens die vorherrſchend aus Abietinen zuſammengeſetzten Wälder wahrhaft koloſſal geweſen ſein; denn ſonſt wären ſie nicht im Stande geweſen, die weiter unten erwähnten, rieſigen und in gewaltigen Mengen auftretenden Dickhäuter zu ernähren.

b. Die Thierwelt. Sieht man von den unendlichen Schaaren der Korallen, Echinodermen, Bryozoën, Mollusken und Arthrozoën, welche wohl ſämmtlich ſchon den noch jetzt exiſtirenden Familien und Gattungen angehören, ab, ſo bemerkt man, daß durch die, im Klima und in der Pflanzenwelt während der Diluvialzeit ſtattgefundenen, Veränderungen auch ein ſtarker Wechſel der Wirbelthiergeſchlechter in Europa eintrat, in Folge deſſen von denjenigen Thiergeſchlechtern, welche früher alle zuſammen in der nördlichen gemäßigten Zone gelebt hatten, nur noch diejenigen in Europa, Nordamerika und Nordaſien fortexiſtirten, welche dieſem Wechſel der äußeren Lebensverhältniſſe trotzten oder ſich ihm accommodiren konnten, während diejenigen Geſchlechter oder Arten, welche dieſes nicht vermochten, zu Grunde gingen und nur noch in denjenigen Zonen, namentlich Aſiens und Afrikas, fortdauerten, welche ihren Lebensanſprüchen angemeſſen waren, oder doch in dieſe, für ſie günſtigeren, Landesgebiete auswanderten. Im Allgemeinen wird man außerdem finden, daß von den Säugethieren vorherrſchend die von Moorgewächſen (Gräſern) und Nadelholzarten lebenden Vielhufer oder ſtarkhaarigen Dickhäuter, Zweihufer, pelzhaarigen Nagethiere und die von allen dieſen Thieren ſich nährenden, Höhlen bewohnenden, lang- und dichtbehaarten bären-, wolf- und hyänenartigen Raubthiere eine große Rolle ſpielten.

Von allen während der Diluvialzeit vorgekommenen Säugethieren hat man Körpertheile theils in den Lehm-, Löß- und Geröll-, theils in den Süßwaſſerkalk- und Torfablagerungen, theils im Eiſe, theils auch in dem Schlammabſatze der Höhlen und in den Knochenbreccien der Schluchten gefunden. Nach dieſen Körperreſten zu urtheilen, waren namentlich zahlreich vorhanden:

1) von Raubthieren:

7 Arten großer Bären; darunter der weit verbreitete Ursus spelaeus;

Fjelfraße: Gulo spelaeus Goldf., z. B. bei Gailenreuth;

10 Arten Hyänen; darunter die weit verbreitete Hyaena spelaea Goldf.; — im Diluvium Nordamerikas fehlend;

30 Arten Katzen; darunter der gewaltige Höhlenpanther (Felis spelaea Goldf.), welcher größer als unſere jetzigen Löwen war; z. B. in der Muggendorfer Höhle;

Hunde: der Höhlenwolf (Canis spelaeus) z. B. bei Gailenreuth;

2) von Beutelthieren: namentlich im Diluvium Auſtraliens von §. 440.
der Größe des jetzigen Hippopotamus, ſo vorzüglich das gewaltige Diprotodon, deſſen Schädel 1 Meter lang war;

3) von Nagethieren; darunter der nordiſche Lemming (Lemnus), der Biber (Castor spelaeus bei Gailenreuth), Sandſpringer (Alactaga), Wühlmäuſe (Arvicola), Zieſel (Spermophilus) und Pfeifhaſen (Lagomys), von denen ebenſo wie von den Wühlmäuſen unzählige Gerippe in den Knochenbreccien am Mittelmeere vorkommen. Hat doch Dr. Nehring (nach ſeiner Abhandlung: „Gab es im vorgeſchichtlichen Deutſchland Steppen?“ in der Gaea 4. Heft, S. 218 im XIII. Jahrgang) in den ſandiglehmigen Ablagerungen bei Weſteregeln 17 Sandſpringer- und 14 Zieſelexemplare gefunden;

4) von Faulthieren vorherrſchend in den Kalktuff- und Lößablagerungen der Pampas am La Plata in Südamerika, und auch in Nordamerika, das Rieſenfaulthier (Megatherium Cuvieri Desm.) (Fig. 453), welches 12 Fuß lang und über 6 Fuß hoch war, und ebenſo das Mylodon robustus am Miſſouri über 11 Fuß lang;

Fig. 453. Skelet des Megatherium.

5) von Gürtelthieren, vor allen das mit einem Schildkrötenpanzer verſehene 6 Fuß lange Glyptodon in Südamerika und das 8 Fuß lange und 5 Fuß hohe Megalonix Jeffersonii in Nordamerikas aufgeſchwemmtem Lande;

6) von Einhufern das Equus fossilis, ſo namentlich im Diluvium Nordamerikas, wo man 6 Arten in großer Menge gefunden hat, was um ſo auffallender iſt, als zur Zeit der Entdeckung Nordamerikas es gar keine Pferde in demſelben gab; außerdem auch noch das aus der Tertiärzeit übrig gebliebene Hipparion;

7) von Zweihufern, vor allen der in den Torfmooren namentlich Englands und Irlands vorkommende Rieſenelch (Cervus megaceros oder Megaceros hibernicus), deſſen gewaltige Schaufelgeweihe 2,7 Meter breit und über 4 Meter weit von einander entfernt waren; außerdem noch 58 Arten von Hirſchen, darunter auch der

Cervus elaphus fossilis, welcher oft mit Mammuthknochen zuſammen vorkommt, und das gegenwärtig nicht mehr in Deutſchland exiſtirende Elen und Rennthier. Endlich auch Reſte vom Bos primigenius C., Bos moschatus und Bos Pallasii oder Bison fossilis, ſowie vom Steinbock und der Saiga-Antilope;

8) von Vielhufern oder Dickhäutern: Vor allen das gewaltige, 5,5 Meter lange und über 3 Meter hohe, Mammuth (Elephas primigenius), von welchem man noch in den, von Eis durchzogenen, Diluvialablagerungen Nordſibiriens, namentlich in der Umgebung der Lenamündung, vollſtändig erhaltene, mit dichtem Haarpelze und einer langen Hals- und Rückenmähne bedeckte und mit 3,5 Meter langen, ſäbelförmig aufwärts gekrümmten, Stoßzähnen verſehene, Exemplare und außerdem nach und nach ſo viel Skelettheile aufgefunden hat, daß man die Zahl dieſer Thiere auf 20,000 für Sibirien allein ſchätzt; ferner in den Torfmooren Nordamerikas auch die vollſtändigen Skelette eines, aus der Tertiärzeit noch zurückgebliebenen Maſtodon (Mastodon giganteus); ferner ebenfalls im ſüdlichen Nordamerika der Elephas americanus; weiter im Diluvium Nordſibiriens die noch vollſtändig erhaltenen, mit Fleiſch, Haut und Haaren verſehenen Leichen vom Rhinoceros tichorhinus, von welchem man indeſſen ebenſo wie von dem Rhinoceros incisivus auch Schädel, Zähne und andere Skelettheile im Diluvium von faſt ganz Europa, aber nicht von Nordamerika, gefunden hat; dann noch zwei Arten des Hippopotamus (H. major und minutus); endlich auch Körperreſte von Schweinen, ſo namentlich in Amerika von Nabelſchweinen, und von Tapiren.

3. Die Alluvialformationen oder die anthropozoiſche Periode.

§. 441. **Die Erdoberfläche und das Organismenreich beim Beginne der Alluvialzeit.** — Wenn auch den Beobachtungen gemäß die Feſtländer der Erde am Schluſſe der Diluvialperiode im Allgemeinen dieſelben Beſtandesmaſſen und Umriſſe beſaßen, wie ſie dieſelben gegenwärtig noch zeigen; wenn auch damals ſchon wohl alle die Gebirgszüge, welche noch jetzt das ſteinerne Gerüſte der Continente zuſammenſetzen, und alle die zwiſchen und neben ihnen ausgebreiteten Hoch- und Tiefebenen vorhanden waren, ſo zeigte die Oberfläche dieſer Landesgebiete doch nicht die gegenwärtig ihr eigenthümliche Beſchaffenheit und Formung. Die Gebirge und Bergländer waren durch die Atmoſphärilien noch nicht ſo abgenagt und abgerundet als gegenwärtig; die weiten, zwiſchen Gebirgen ſich ausbreitenden, von einem adernreichen Flußnetze durchzogenen, Ebenen trugen noch große Seenſpiegel, welche im Verlaufe der Alluvialzeit allmählich ſo durch den Schutt der ſie durchziehenden Gebirgsflüſſe ausgefüllt wurden, daß ihre ehemals weiten Becken nur noch zu verhältnißmäßig kleinen Waſſertümpfeln zuſammenſchrumpften, welche zum Theile ſich ganz zu Torfmooren umwandelten, während die aus ihnen abziehenden Flüſſe

anfangs so lange auf unsicheren Pfaden das von ihnen durchzogene Land überflutheten und zur Moorbildung vorbereiteten, bis sie erst sich eine festere Fließrinne in den von ihnen durchweichten Boden genagt hatten. Noch mehr erlitten die damaligen Tiefebenen Veränderungen; die zwischen zwei Gebirgen lagernden und an ihrer Mündung vom Meere geschlossenen Tiefebenen waren beim Beginne der Alluvialzeit erst in ihrer oberen oder hinteren Hälfte mit morastigem Landschutt ausgefüllt, während ihre untere oder vordere Hälfte noch unter dem Meeresspiegel versenkt war; und die gewaltige Tiefebene, welche sich in Europa nord- und ostwärts von dem Mittelgebirgsbogen und in Asien nordwärts von den diesen Erdtheil quer durchstreichenden Gebirgsketten ausbreitet, war am Schlusse der Diluvialzeit zunächst in ihrem Innern von einem Gürtel weit ausgespannter Seen besetzt, aus denen die höheren Landesgebiete in zahlreichen, größeren und kleineren, Inseln hervorragten, während unmittelbar an dem sie südlich begrenzenden Gebirgsrande eine weite Sandsteppe in Europa von den Wesergegenden an ostwärts durch Südrußland bis zum Ural und in Asien um den Südrand des Caspisees herum sich ausbreitete; — sodann an ihrem Nordrande in Europa noch mit dem gewaltigen, von der Ostsee aus tief in Rußland eindringenden, *sarmatischen Meeresbusen* und in Asien mit dem großen, vom Eismeere aus tief ins Land einschneidenden, gegenwärtig aber ringsum geschlossenen, *Caspibusen* bedeckt. §. 441.

So etwa war die Oberfläche Europa-Asias beim Beginne der Alluvialperiode beschaffen. Bei dieser Beschaffenheit des Landes mußte nun auch das Pflanzen- und Thierleben noch in vieler Beziehung anders als gegenwärtig sein. Im Allgemeinen waren beim Beginne dieser Periode nur die Gebirgsländer mit gewaltigen, üppigen Waldungen, vorherrschend von Nadelhölzern bedeckt, während die Steppengebiete die Sammelplätze von Gräsern, Zwiebelgewächsen und hartblätterigen Kräutern bildeten und die noch von Wasser durchdrungenen niederen Landesgebiete die Heimath von Sumpf- und Moorpflanzen aller Art abgaben. Und demgemäß war nun auch die Art des Thierlebens verschieden, wie das Folgende näher zeigen wird.

Die Diluvialperiode ist gewissermaßen die Zeit, in welcher die Pflanzen- und Thierformen des tertiären Zeitalters umgewandelt werden in die Formen der noch gegenwärtig auf der Erde wohnenden Thiere und Pflanzen. Die kolossalen Gestalten des Mastodons, Mammuths, Megatheriums, Gryptodons, Riesenelchs erinnern noch an die Tertiärperiode, während der Tapir, das Diluvialschwein, das Rennthier, der Edelhirsch und das Diluvialpferd schon alluvial erscheinen. Dabei aber treten auch Formen noch in der Gegenwart auf, welche in mancher Beziehung als diluviale Typen gelten können, die in der Gegenwart noch fortdauern, so das Elen, der Auerochs, das Hippopotamus, das Schnabelthier u. a. — Wie aber in Beziehung auf die Formen, so ist die Diluvialperiode auch in Beziehung auf die *Vertheilung der Organismen auf der Erdoberfläche* als eine Uebergangszeit von der tertiären zur alluvialen Zeit zu betrachten. In der ersten Hälfte der Diluvialperiode ist noch in vieler Beziehung ein scheinbar ordnungsloses Buntdurcheinander der Thier- und

§. 441. Pflanzenwelt in einem und demſelben Landesgebiete, z. B. Europas; da leben noch nordiſche Rennthiere und Bären mit Elephanten, Nashornen, Hyänen, Löwen und anderen Thieren der warmen Zone in einem und demſelben Lande zuſammen; — nach dem Verlaufe der Eiszeit und Sintfluth aber erſcheinen die Pflanzen und Thiere ſchon mehr in diejenigen Zonen der Erdoberfläche vertheilt, in denen man ſie noch in der Gegenwart findet; da ſtirbt das früher über den größeren Theil von Europa vertheilt geweſene Rennthier in allen denjenigen Landgebieten aus, in welchen ihm durch Veränderung des Klimas und in Folge davon auch der Pflanzenwelt die für ſein Beſtehen und Wohlbefinden nothwendigen Lebensbedingungen nicht mehr in der Art und Menge dargeboten werden, wie es dieſelben braucht. Und wie ihm, ſo ergeht es dem Elen und Auerochs, den Steppen bewohnenden Springmäuſen, Pferden, Antilopen und überhaupt allen anderen Organismen. Aber ihr Verſchwinden in der einen für ſie nicht mehr geeigneten Landeszone und ihr Auftreten in einem für ihre Exiſtenz noch geeigneten Landesgebiete iſt eben ſo wenig ein plötzliches, ſchnell abgebrochenes, als bei den einzelnen neben einander liegenden Klimazonen; nein, nach und nach, Schritt für Schritt, wie allmählich das Klima und die Bodenbeſchaffenheit ihres zeitherigen Wohnſitzes für ihr Fortbeſtehen untauglich wird, ſterben ſie aus, ſo daß ſie zuletzt nur noch in denjenigen Landeszonen zu finden ſind, welche ihre Lebensbedürfniſſe vollſtändig befriedigen können. An ein Auswandern, namentlich von Säugethieren, aus einem Lande oder einem Erdtheile zum andern möchte man indeſſen dabei weniger denken; denn wenn auch das Säugethier ſeine eigentliche Wohnſtätte zeitweiſe verläßt, um an anderen Orten die ihm nöthige Nahrung zu ſuchen, ſo kehrt es doch immer wieder zu ſeinem Geburtslande zurück, wenn es ſeinem Willen überlaſſen iſt.

Mit Berückſichtigung dieſer Verhältniſſe unterſcheidet ſich demnach die *Alluvialzeit* von der Diluvialperiode dadurch, *daß in ihr die gegenwärtig noch lebenden Familien, Geſchlechter und Arten der Pflanzen und Thiere in beſtimmten, durch das Klima von einander geſchiedenen, Zonen und Regionen der Erdoberfläche leben* oder mit anderen Worten geſetzmäßig von einander abgeſondert nur in denjenigen Erdgebieten wohnen und gedeihen, in denen ſie ihre Lebensbedürfniſſe vollſtändig befriedigen können und demgemäß in vollſter Entwickelung ihres Körpers und ihrer Nachkommenſchaft da auftreten, wo man ſie eben in der Gegenwart findet.

Aber noch durch Eins iſt die Alluvialperiode charakteriſirt: Nachdem nemlich in der letzten Hälfte der Diluvialzeit alle Lebensverhältniſſe ſo geordnet erſchienen, wie ſie im Allgemeinen noch gegenwärtig ſind, — da endlich übernahm der *Menſch*, — dieſes bei ſeiner Geburt hülfloſeſte und nach ſeiner körperlichen und geiſtigen Entwickelung intelligenteſte und mächtigſte aller Erdengeſchöpfe, — die Hauptrolle auf dem Schauplatze der Natur und machte ſich im Zeitverlaufe zum Herrſcher des Landes und des Oceans, des Pflanzen- und Thierreiches (weshalb auch die Alluvialperiode die *anthropozoiſche* genannt wird).

Schöpfungs- und Entwickelungszeit des Menschen. — Es ist so §. 442.
eben der Mensch als bezeichnend für das Alluvium genannt worden. In der That ist er dieses auch, wenn man ihn in dem oben angegebenen Sinne als den Schöpfer aller derjenigen Werke betrachtet, durch welche nicht nur die Oberfläche der Erde selbst, sondern auch die auf ihr lebende Pflanzen- und Thierwelt die eigenthümlichsten und in mancher Beziehung auch großartigsten Veränderungen schon erlitten hat und auch ferner noch erfahren wird. Damit soll nun aber keineswegs gesagt sein, daß er wirklich auch erst in der Alluvialperiode geschaffen worden sei. Vielmehr sprechen viele unumstößliche Thatsachen dafür, daß er schon während der diluvialen Eiszeit im mittleren Europa einheimisch gewesen ist; ja nach der Beobachtung mehrerer Geologen kommen von ihm schon im pliocänen Zeitalter der Tertiärperiode Spuren vor.

Unter den zahlreichen Thatsachen, welche für die Existenz des Menschen in der Diluvialperiode sprechen, stehen diejenigen oben an, nach denen Reste vom menschlichen Körper oder von menschlichen Geräthen unter diluvialen Ablagerungen, welche wirklich diluviale Thierreste einschließen, gefunden worden sind. Weniger sicher dagegen ist das Vorkommen von menschlichen Körpertheilen und Geräthen in Untermengung mit diluvialen Thierresten in Höhlen, selbst wenn man in solchen Knochenhöhlen zahlreiche Menschenskelette und Reste von ihren Arbeiten findet; denn, was zunächst das Zusammenvorkommen von menschlichen Schädeln, Knochen und Geräthen mit diluvialen Thierresten im Höhlenschlamme betrifft, so kann man annehmen, daß Wasserfluthen ältere Lößablagerungen sammt den in ihnen eingebetteten Thierresten untermischt mit den Menschenleichen, welche aber erst später in diese Lößablagerungen eingescharrt worden waren, in die Höhlen flutheten, oder auch, daß solche mit älteren Thierresten beladene Wasserfluthen in späteren Zeiten in Höhlen eingefluthet wurden, in denen Menschen wohnten oder ihre Begräbnißstätten hatten. Die ersten Menschen waren jedenfalls Höhlenbewohner. Es konnte darum auch nicht fehlen, daß sie in den, von ihnen zu Wohnsitzen erwählten, Höhlen die Gebeine der früheren Bewohner, namentlich von Höhlenbären, vorfanden. Diese waren ihnen indessen willkommen; denn die mit mächtigen Eckzähnen bewaffneten Bärenkinnladen, welche sie durch die Zerspaltung der Schädel erhielten, gaben ihnen tüchtige Hämmer und sonstige Wehre, während sie durch die Zerspaltung der Beinknochen Pfeilspitzen, Meißel, Messer und Nadeln erhielten. In diesen Fällen ist also die Altersbestimmung der ersten Menschen etwas problematisch. Ebenso sind auch nicht die zu Messern und Meißeln zugespitzten Enden von Rennthierknochen vollständig genügend zur Altersbestimmung der Menschenschöpfung; denn die Jakuten verfertigen noch gegenwärtig allerlei Geräthe aus den mächtigen Stoßzähnen des Elephas primigenius und treiben auch Handel mit diesen Zähnen. Wenn man aber in Höhlen und Torfmooren menschliche Geräthschaften, z. B. Messer, findet, welche aus Rennthiergeweihen oder Mammuthknochen bestehen und an denen, wenn auch roh, deutlich und charakterisirend die ganzen Gestalten von Renn-

§. 442. thieren, Hyänen, Höhlenbären und Mammuthen ſcharf eingeritzt erſcheinen, dann hat man einen ſicheren Beweis dafür, daß die Verfertiger dieſer Figuren die genannten Thiere noch lebend gekannt und folglich mit ihnen in einer und derſelben Zeit gelebt haben müſſen. Nach dieſen Erklärungen möge es nun geſtattet ſein unter den zahlreichen Erfunden diluvialer Menſchenreſte namentlich folgende Belege hier anzuführen:

a. Ablagerungen menſchlicher Geräthſchaften unter diluvialen Lagermaſſen.

1) Nach O. Fraas („Die neueſten Erfunde an der Schuſſenquelle" im 1. Hefte des Württemb. naturwiſſ. Jahresheftes 1867) lagerten in einem Torfmoorgraben an der Quelle der Schuſſen, welche in der Nähe der Abtei Schuſſenried im ſchwäbiſchen Saulgau entſpringt, folgende Ablagerungen über einander: Zuoberſt Kies (f); darunter eine mächtige Lage von Torf(e); unter dieſem dann ein 3 bis 6 Fuß mächtiges Lager von weißlich gelbem Kalktuffe(c), welcher diluviale Conchylien (Pupa muscorum Nils., Helix pulchella Drap., Helix hispida Lin., Clausilia obtusa Pf. und Pisidium fontinale Pf.) umſchließt. Theils zwiſchen dieſem Kalklager und dem über ihm lagernden Torf, theils auch unter ihm befindet ſich eine Ablagerung von dunkelbraunem Moos(d), welches aus ſehr gut erhaltenen Exemplaren von lauter nordiſchen und hochalpinen Moosarten, ſo namentlich vom Hypnum sarmentosum, groenlandicum und fluitans var. tenuissimum, zuſammengeſetzt iſt und ein Haufwerk von Knochen abgeſchlachteter Thiere (vor allen vom Rennthiere, außerdem aber auch vom Fjelfraß (Gulo spelaeus), Bären (Ursus arctos), Wolf u. ſ. w.) und dabei zugleich Producte menſchlicher Kunſtfertigkeit umſchließt (Fig. 454). Um dieſe Anhäufungen von Moos und Knochen zu erklären, nimmt Prof. Fraas an, daß da, wo jetzt das Torfmoor, früher ein See geweſen ſei, an deſſen Ufern Menſchen lebten, welche ihre Küchenabfälle in den See warfen, wo ſie ſich nun in die Vermoorungsmaſſe des letzteren einſenkten. Er nennt darum auch die ganze Anhäufung „Culturſchichte".

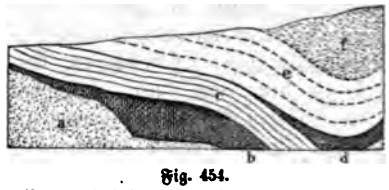


Fig. 454.
Profil bei Schuſſenried (nach Fraas).
a und f Kies; c Diluvialer Kalktuff; b und d Culturſchicht; e Torf.

2) Bei Munzingen an der Oſtſeite des Thunibergs im Breisgau hat man im diluvialen Löß außer Steinmeſſern von Jaspis auch Rennthierknochen gefunden, welche durch Menſchenhand bearbeitet erſcheinen.

b. Ablagerungen von menschlichen Körpertheilen und Geräthschaften in Höhlen. §. 442.

1) Im Hohlefels bei Blaubeuren im Achthale lagern in einer dicken Modererde-Schichte bunt durch einander Bärenskelette, Reste von Elephanten, Rhinoceros, Rennthier, Antilopen, Höhlenlöwen, Höhlenhyänen, roh gearbeitete Feuersteinmesser, rohe Scherben von Schüsseln, durchbohrte Schneidezähne von Rennthieren und Pferden, zerschlagene Bärenschädel, Hämmer oder Aexte, welche aus den Kinnladen der Bären verfertigt sind, Pfeilspitzen aus Bärenrippen dargestellt u. s. w., aber keine Skelettheile vom Menschen.

2) In der Balver Höhle auf der rechten Seite der Honne, kommen in den humosen, mit Kalk und Sandstein untermengten, Lehmablagerungen neben Körperresten von all den oben genannten Thieren auch Bruchstücke von roh gearbeitetem Töpfergeschirr, Lydit- und Flintmessern, bearbeiteten Geweihstücken und auch Holzkohlen vor. — In der Neanderhöhle in Westphalen hat man auch ein verdrücktes Bruchstück von einem Menschenschädel (dem sog. homo neanderthalensis) gefunden.

3) In der Höhle von la Madelaine im Perigord hat man ein Elfenbeinstück mit der unverkennbaren Abbildung des wollhaarigen Mammuth gefunden (Fig. 455).

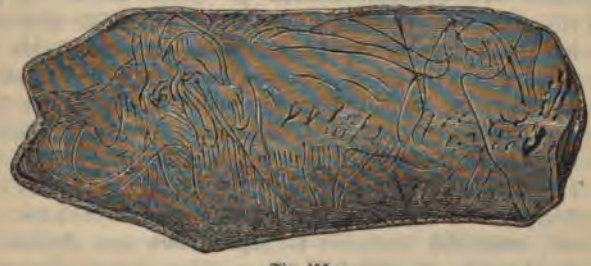


Fig. 455.
Elfenbeinstück mit der Zeichnung eines Mammuth aus der Höhle von La Madelaine.

c. Ablagerungen von menschlichen Körpertheilen und Geräthschaften kommen endlich auch häufig in offenen Erdablagerungen vor. Reich an solchen Ablagerungen ist namentlich das Sommethal zwischen Abbeville und Amiens; in diesen fand Boucher de Perthes neben Mammuth-, Nashorn-, Bären- und Hirschknochen auch eine menschliche Kinnlade und mehrere Tausende roh gearbeiteter Steinärte. Ebenso fand man im Löß des Rheinthales bei Eguisheim unweit Colmar 1869 einen Menschenschädel untermischt mit Mammuthknochen und anderen Diluvialthieren. Indessen können auch die in den angeschwemmten Löß- und Sandablagerungen vorkommenden Menschenknochen weit jünger sein, als die mit ihnen zusammen vorkommenden Diluvialthierreste.

§. 442. Als die Waſſerfluthen die diluvialen Lößablagerungen mit ihren diluvialen Thierreſten fortriſſen, nahmen ſie auch die an der Oberfläche derſelben vorhandenen alluvialen Menſchenreſte mit ſich fort und ſetzten ſie dann unter einander gemiſcht wieder ab.

Sieht man von den — noch etwas problematiſchen — Tertiärmenſchen ab, ſo haben nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen wenigſtens in Europa ſeit dem Beginne der Diluvialperiode folgende Menſchenracen gelebt:

a. Beim Beginne der Diluvialperiode lebte im mittleren Europa ein hochgebaute, dolichocephale Menſchenrace, welche ſich in Höhlen und Felsklüften aufhielt, keine weiteren Geräthſchaften beſaß als ſchon von der Natur zugeſpitzte und zugeſchärfte Steine oder auch Knochenſplitter, und ſich von Früchten, Wurzeln und dem rohen Fleiſche (Aaſe abgeſtorbener Thiere, ſo namentlich auch von dem Marke der letztere nährte.

b. Auf dieſe dolichocephale Race folgte eine kleine, brachycephale welche ſcheinbar aus dem Oſten Europas eingewandert iſt und ſich hauptſächlich im weſtlichen Europa niedergelaſſen hat. Wenigſtens ſpricht für das letztere das häufige Vorkommen der Körperreſte und Geräthſchaften dieſer Race in Frankreich und anderen Gebieten Weſteuropas. Dieſe Race ſcheint zu der Zeit, in welcher Mammuth, Rennthier, Auerochs und Steppenpferd gemeinſchaftlich noch im ſüdlichen und weſtlichen Europa zu Hauſe waren, — alſo vor der diluvialen Eiszeit, — eingewandert zu ſein. Sie lebte ebenfalls noch in Höhlen und nährte ſich auch noch von dem Fleiſche der eben genannten Thiere, beſaß aber ſchon weit mehr Cultur als die dolichocephale Race; wenigſtens ſprechen dafür die Reſte ihrer Töpfergeſchirre und ihre Feuerſteinmeſſer. Mit dieſer kleinen Race zugleich oder kurz nach ihr trat aber auch (— nach den Reſten derſelben in der Höhle von Cro-Magnon in Frankreich zu urtheilen —) ſchon in der Rennthierzeit eine ſehr hochgewachſene brachycephale Menſchenrace auf, welche ſich durch den Orthognatismus ihrer Kiefern, ihre ſtarken Muskelfugen, die ſchiefe Stellung ihrer Zähne und die große Breite ihres Geſichts auszeichnete. Allen Andeutungen nach lebte dieſe vorzüglich in den Höhlen Frankreichs (im Perigord, Angoumais und Languedoc) gefundene Race von Jagd und Fiſcherei und war weit cultivirter als die kleine Race; von ihr (— und nicht von der kleinen Race —) ſtammen auch wohl die oben erwähnten Zeichnungen und Schnitzereien auf Elfenbein und Rennthiergeweihen. — Dieſe beiden Racen umfaſſen den Stamm der Rennthiermenſchen, deren Nachkommen vielleicht die noch gegenwärtig im Norden lebenden Eskimo und Tſchuktſchen ſind.

c. Nach der diluvialen Eiszeit und nach der Rennthierzeit und wahrſcheinlich mit dem Beginne der Alluvialzeit erſcheinen nach einander von Südoſten kommend in Europa kleine, etwas krummbeinige mit bräunlicher Hautfarbe und dolichocephalem Kopfe verſehene Menſchen, von denen die einen, am Meere lebenden, Fiſcherei triebe

und wahrscheinlich die Erzeuger der später noch weiter zu erwähnenden Küchenabfällehaufen (Kjökkenmöddinger) waren, während die anderen sich vorzüglich mit der Viehzucht beschäftigten und ihre Leichen in den Dolmen, Cromlechs, Menhirs und Hünengräbern begruben, die dritten aber Ackerbau und Viehzucht trieben und die Erbauer der sogenannten Pfahlbauten sind. Unter diesen alluvialen Menschen kannten die Fischer und Jäger noch nicht den Gebrauch der Metalle und verfertigten alle ihre Geräthschaften aus Steinen, aber die Bewohner der Pfahlbauten scheinen wenigstens in den späteren Zeiten schon die Anwendung der Metalle gekannt zu haben. — Als Repräsentanten dieser Ackerbau treibenden Pfahlbauer sind in der Gegenwart vielleicht die Basken, Berber und Kabylen zu betrachten.

d. Diesen Urracen der Alluvialperiode folgten endlich später diejenigen, ebenfalls aus Asien eingewanderten, Völkerstämme, welche zum Theile noch jetzt Europa bewohnen.

Das Pflanzen- und Thierleben der Alluvialzeit. — Die Alluvial- §. 443.
periode umfaßt die Gesammtheit nicht nur aller gegenwärtig noch lebenden, sondern auch aller während dieser Periode schon ausgestorbenen Familien, Geschlechter und Arten des Pflanzen- und Thierreiches. Dieses mächtige Reich, — dessen Pflanzenindividuen die aus den einzelnen Gebirgsarten zusammengesetzte Bühne der Erdoberfläche ausschmücken und zugleich auch bewohnbar machen für die Welt der Thiere, welche, — wenn der Vergleich gestattet ist, — die Schauspieler auf dieser prachtvollen Naturbühne darstellen, — zeigt sich indessen nur da, wo der Mensch noch nicht hingekommen, in seiner ursprünglichen Vollkommenheit. Denn wenn auch die Stürme der Natur, sei es des Orkanes verheerende Gewalt oder die alles verschlingende Fluth des Meeres oder der Ströme, zeitweise das Reich der Organismen in irgend einem Landesgebiete der Erdoberfläche zerstören oder vernichten, so stellt doch die Mutter Natur im Zeitverlaufe die verwüstete Pflanzenbühne sammt ihren thierischen Schauspielern, — wenn auch nur allmählich und anfangs mit anderen Pflanzen- und Thiergeschlechtern, — wieder her, wenn anders nicht der Mensch Eingriffe in das Schalten und Walten der Natur macht. Wo aber wäre das nicht der Fall? Verfolgt er doch selbst die riesigen Wale und andere Seethiere bis in die unwirthbare Polarzone! Nur wo der Sand der glühenden, wasserlosen Tropenwüste sein Vordringen hemmt oder wo die giftaushauchenden Moderschichte und undurchdringlichen Urwälder sammt ihren gefräßigen Schlangen und Raubthieren ihm einen Halt gebietet, — nur da und nur an solchen Orten, wo des Menschen Fuß nur flüchtig weilt, ist das Reich der Pflanzen und Thiere noch unberührt und in seiner urwüchsigen Art und Schönheit zu beobachten. Da aber, wo der Mensch seine Ansiedelungen für immer oder doch auf längere Zeit gegründet hat, da hat dieses Reich die verschiedenartigsten Veränderungen, — sei es scheinbar zu seinem Vortheile, sei es zu seinem Nachtheile, — erlitten. Der rohe, aller Cultur bare Mensch oder der nur vorübergehend in einem Erdgebiete lebende und dasselbe lediglich zu seinem Vortheile ausbeutende, Scheinculturmensch wirkt stets nur verwüstend auf die Natur-

§. 443. reiche der von ihm heimgesuchten Gebiete ein, indessen der culturlose Mensch schon aus Erhaltungsinstinkt weit weniger als der gewinnsüchtige Culturmensch. — Dagegen wirkt in der Regel der ächt cultivirte Bewohner eines Landes, welcher seinen ständigen, unabänderlichen Wohnsitz in demselben hat, mit der Zeit nur vortheilhaft auf das Pflanzen- und Thierreich seines Wohnsitzes ein. Die Cultur erhöht und vervielfältigt seine Lebensbedürfnisse und bewirkt, daß er die Schätze des ihn umgebenden Thier- und Pflanzenreiches um so mehr zu erhöhen, verfeinern und vermehren sucht, je höher sein Culturstand ist. Es verschwinden zwar dadurch gar manche der wilden Thiere und Pflanzen; es verschwindet so das wilde Raubthier, wenn es sich nicht wie die Katze und der Hund cultiviren läßt; das wilde Pferd, der Urochse, das Urschwein u. s. w.; aber dafür verpflanzt er aus allen Welttheilen Pflanzen und Thiere in seine Heimath und zwingt sie durch unausgesetzte Pflege zur Acclimatisation in ihrem neuen Wohngebiete. Am augenfälligsten tritt dieses in Europa, dem Sitze der cultivirtesten Menschen, hervor. In den cultivirten Fluren dieses Erdtheiles ist wohl nur noch sehr wenig von seiner Urpflanzenwelt zu finden, wenn man von den Wäldern, Haiden, Grasfluren und Moorwiesen absieht; in ihnen zeigen sich in größter Ueppigkeit und Geselligkeit die peruanische Kartoffel und die asiatischen Getreidearten neben der urdeutschen, aber nun cultivirten Möhren-, Sellerie- und Kohlpflanze, die südeuropäischen und afrikanischen Bohnen neben der deutschen Erbse und statt des urdeutschen Holzapfel- und Birnbaumes die zahlreichen Culturarten der dem südlichen Europa, dem nördlichen Afrika und dem westlichen Asien entnommenen Apfel-, Birn-, Pflaumen-, Kirschen- und Pfirsichbäume. Und wie mit den Pflanzen, so ist es auch mit den Thieren. Zwar verschwinden schon in der ersten Zeit der Alluvialperiode Urochs und Riesenelch, im Mittelalter Elen und Auerochs wenigstens aus Deutschland, aber dafür führt der Mensch das zahme Rind, das Schaf, die Ziege, das Pferd und den Esel aus Asien ein und gesellt dazu das asiatische Haus- oder Fasanenhuhn, das afrikanische Perlhuhn und den amerikanischen Puter. — Kurz der cultivirende Mensch wirkte einerseits zerstörend auf das Vorhandene ein und führte andererseits Neues und zwar in der Weise ein, daß er die in den früheren Perioden entstandene zonenweise Vertheilung der Thiere und Pflanzen wieder aufzuheben strebte.

Es kann zwar nicht geleugnet werden, daß durch die Einwirkung von widrigen Naturereignissen, seien es Orkane und Flugsandwolken oder Wasserfluthen und Ueberschüttung des fruchtbaren Landes mit wüstem Steinschutt, seien es auch Erdbeben oder Aschenauswürfe tobender Vulcane, — das Pflanzen- und Thierleben in Gegenden zerstört werden kann; aber dieses findet in der Regel doch mehr nur in einzelnen Localitäten statt, so daß wenigstens die in diesen Gebieten vorhandenen Thiere dem ihnen nahenden Verderben sich durch die [redacted] entziehen können. Nicht so ist es da, wo der Mensch [redacted] mit dem Pflanzenreiche und der Thierwelt
nur an einem einzelnen Ort
Erdball überall da, wo

ſein Kampf nicht nur ein momentaner, ſondern ein immer wieder- §. 443.
kehrender, bis er ſich über die von ihm angegriffenen Erdgebiete zum vollſtändigen Alleinherrſcher gemacht hat, welcher nur noch von den gewaltigen Stürmen der Natur aus ſeinen angemaßten Beſitzungen vertrieben werden kann.

Auf das in einem Landesgebiete wohnende Thierreich namentlich wirkt er auf zweierlei Weiſe verderblich ein, nemlich

a. unmittelbar durch die Jagd und ſonſtige Verfolgung der in einem Lande wohnenden und für ſeine Culturen ſchädlichen Thiere;

b. mittelbar aber dadurch, daß er durch Niederſchlagung oder Lichtſtellung der Wälder oder durch Austrocknung der Moore, Sumpfwieſen oder auch der Seen den in einem Landgebiete lebenden Thieren die Aufenthaltsorte und Weideplätze raubt; oder die klimatiſchen Verhältniſſe eines Landes ſo verändert, daß die meiſten der bis dahin in dieſem Lande vorhandenen Pflanzen und Thiere nicht mehr gedeihen können.

Von den in dieſer Weiſe z. B. aus Deutſchland vertriebenen Thieren treten vorzüglich hervor: der Rieſenelch, das Elen, der Urochs oder Wieſent und der Auerochs. Alle dieſe Thiere begehren aus Kiefern, Erlen und Birken gemiſchte Wälder und innerhalb derſelben große Moräſte, Grasmoore oder Riede und verkümmern oder wandern aus, ſobald ſie dieſelben nicht mehr haben können. Von ihnen nun gingen ſchon frühzeitig zu Grunde der Urochs und Wieſent, ſpäter erſt der Rieſenelch (— wenn anders der im Nibelungenliede erwähnte „grauſige Elch" identiſch mit dem Rieſenelch iſt —); das Rennthier aber verzog ſich nach Norden und ebenſo der Auerochs und das Elen; ja dieſe letztgenannten beiden Thiere ſind laut Mittheilungen der thüringiſchen Chroniken noch im 13. Jahrhundert in Thüringen vorhanden geweſen. — Aehnlich war es mit den Raubthieren. Durch Lichtung und Rodung der Wälder wurden ihnen die Schlupfwinkel, durch die Erlegung oder Auswanderung der oben genannten kräuterfreſſenden Thiere die Nahrung entzogen. Schon aus dieſen Gründen mußten ſie z. B. Deutſchlands Gebiete verlaſſen. Da ſie nun aber eben in Folge von Nahrungsmangel den Culturthieren des Menſchen und dieſem letzteren ſelbſt gefährlich wurden, ſo wurden ſie entweder getödtet oder zum Auswandern genöthigt. — In dieſer Weiſe verſchwanden vielleicht ſchon vor dem Beginne der Alluvialzeit die mächtigen Höhlenbären, Höhlenhyänen und Höhlenlöwen (wahrſcheinlich in den Waſſerfluthen, welche ihre Höhlen erfüllten), wanderten aus nach Norden (— im Gefolge der Rennthiere —) der Fjelfraß und nordiſche Bär, wurden endlich vorzüglich in Folge der Verfolgung durch den Menſchen der gemeine Bär, Wolf und Luchs immer weiter aus denjenigen Gebieten, in welchen die Cultur des Menſchen alle Schlupfwinkel dieſer Thiere vernichtete, vertrieben, ſo daß ſie gegenwärtig nur noch in den gewaltigen Waldungen, z. B. Rußlands, Ungarns, der Alpen, Ardennen und Pyrenäen hauſen.

Außer diesen Thieren giebt es aber noch gar manche, welche zum Theile gewissermassen nur muthwillig von dem Menschen so verfolgt werden, daß ihre Zahl immer mehr abnimmt. Dieses ist in Europa unter anderem der Fall mit dem, jetzt nur noch in den fast unzugänglichen Gebirgszügen der Pyrenäen und Alpen lebenden Steinbocke, den kecken Gemsen, dem gegenwärtig nur noch an einzelnen Flüssen (— Donau, Saale und Elbe —) und zwar auch nur in vereinzelten, kleinen Familien lebenden, Biber und dem Wildschweine, aber auch mit gar manchem Vogel (— so z. B. mit dem Dronte [Didus ineptus], welcher früher auf Madagascar und St. Mauritius lebte und seit 1679 durch portugiesisches und holländisches Schiffsvolk ausgerottet worden ist —).

Es giebt indessen auch Thiere und Pflanzen, welche, wie früher schon gezeigt worden ist, bei der Veränderung der in ihrem zeitherigen Wohnsitze herrschenden Lebensverhältnisse nicht auswandern, sondern ihren Körper und ihre ganze Lebensweise den neuen Verhältnissen gemäß umwandeln und auf diese Weise neue Arten bilden, welche jedoch sehr häufig im Verlaufe der Zeit doch verkümmern und aussterben. Ganz vorzüglich scheint dieses der Fall bei den Insecten (— namentlich den Schmetterlingen und Käfern —) und Land- und Süßwasserconchylien zu sein.

Endlich dürfen doch auch nicht diejenigen Thiere vergessen werden, welche vom Nahrungsmangel getrieben, in andere Länder auswandern, sich dann in diesen außerordentlich vermehren und endlich andere, ihnen oft nahe verwandte, Thiere aus Nahrungsneid vertreiben. Dieses ist unter anderen der Fall bei der Wanderratte (Mus decumanus Pall.), welche erst im Jahre 1727 von Asien aus in Europa einwanderte, seit 1770 auch in Deutschland erschien, sich 1775 durch Schiffe auch nach Nordamerika übersiedelte, und überall, wo sie auftrat, die Hausratte (Mus rattus L.) vertrieb.

Schließlich sei hier noch erwähnt, daß die ursprünglich in Nordafrika und Spanien wohnenden Kaninchen (Lepus cuniculus) gegenwärtig fast durch das ganze westliche Europa verbreitet sind, und daß das ursprünglich nur in Brasilien lebende Meerschweinchen (Cavia cobaya L.) erst durch die Spanier nach Europa gekommen ist und gegenwärtig scheinbar gar nicht mehr in seiner ursprünglichen Heimath vorkommt.

§. 444. **Neubildungen und Veränderungen der Erdrinde in der Alluvialzeit.** — Wie in der Entwickelung der Organismen, so ist endlich die Alluvialzeit auch als die Fortsetzungszeit in der Entwickelung aller derjenigen Erdrindebildungsmassen zu betrachten, zu welchen schon die Diluvialperiode die erste Grundlage gebildet hatte. Die Dünenbildungen, die Flugsandanhäufungen, die Ausfüllung von Seen durch Landesschutt, die Zerstörung und Umwandlung von Felsmassen in Blöcke, Gerölle, Sand und Erdkrume, die Fortschaffung aller dieser Felstrümmer durch Regen-, Schnee- und Bachwasser oder durch Lavinen und Gletscher, sowie die Ansammlung all dieses Felsschuttes in Gebirgsschluchten, Thälern und Auen, die Süßwasserkalkbildungen an der Mündung der Quellen oder in den Betten der Seen, die Limonitablagerungen im Tieflande, die Torf-

moorbildungen und dann ihre Umwandlung in Land durch aufgeweheten §. 444.
Flugsand und Erdbodenstaub, die Koralleninselbildungen u. s. w., — alle diese Erdrindebildungen wurden schon in der Diluvialzeit begonnen und theils auch vollendet, theils zur Weiterentwickelung und Vollendung der Alluvialperiode übergeben. — Indessen trotz aller dieser Aehnlichkeit, ja Gleichheit in dem Schaffen von neuen Erdrindebildungen sind die Schöpfungen und Umbildungen dieser Erdrindemassen während der Alluvialperiode in mancher Beziehung anders als in der Diluvialzeit. Wohl bilden sich noch jetzt Gletscher in den Gebieten der Hochgebirge und wohl treiben dieselben auch noch ihre mit Felsblöcken und kleinem Felsschutte beladenen Eisströme bergabwärts, aber nicht mehr gelangen sie so weit in die Thäler und nicht mehr vermögen sie jetzt noch diese Thäler mit ihren Eisschollen so zu erfüllen, daß die von ihnen herbeigeführten Blöcke hoch über ihre Thalablagerungen hinaus auf Gebirge translocirt werden können; wohl überfluthet auch noch die Meereswoge ihre flachen Gestade, um sie mit Sand- und Marschablagerungen zu bedecken, aber sie dringt nicht mehr so weit landeinwärts, daß sie mächtige Ländergebiete verschlingt, auch führt sie (wenigstens in der alten Welt) nicht mehr aus fernen Ländern Eisinseln mit gewaltigen Felsblöcken auf die von ihr überflutheten Landesstrecken; wohl auch bedecken noch gegenwärtig die Flüsse und Ströme zeitweise auf weite Strecken hin ihre Uferländereien, um sie mit ihren Mineral- und Pflanzenschutte zu überwerfen, aber nicht mehr erheben sie sich so massenhaft, daß sie hoch an Berggehängen ihren Schutt absetzen oder Hügel ganz unter ihrem Schutte vergraben können; wohl bilden sich auch jetzt noch Torfablagerungen, aber nicht mehr überall und nicht mehr so massenhaft als auf dem von Nässe durchdrungenen und von einer feuchten Atmosphäre umflutheten Boden der Diluvialzeit; wohl endlich bilden sich auch noch Löß- und Thonablagerungen, aber nicht in Gebirgsgegenden, sondern nur in den von Seen besetzten oder von trägen Fließwassern durchzogenen, breiten Thalebenen der Hügel- und Flachländer; — kurz, es bildet sich in dem Alluvium noch alles, was sich schon im Diluvium gebildet hat, aber nur sehr allmählich, oft ganz heimlich, und an Orten, zu denen noch gegenwärtig Luft, Eis und Wasser gelangen kann, so daß man sagen kann: *Während die Diluvialablagerungen vorherrschend an Orten lagern, zu denen gegenwärtig weder die Gletscher noch die Wasserfluthen gelangen können, die Alluvialgebilde gerade an Orten vorkommen, zu denen noch jetzt immer oder zeitweise die Luft-, Eis- und Wasserströmungen vorzudringen vermögen.*

Diesem gemäß werden in einem Stromthale die Diluvialbildungen die entfernteren Seitenbuchten und höher gelegenen Orte der Thalgehänge, die Alluvialablagerungen aber die dem gegenwärtigen Strombette am nächsten gelegenen Uferländereien einnehmen.

Endlich aber tritt in der Alluvialzeit auch noch eine schaffende und zugleich auch zerstörende Potenz auf, welche in der Diluvialzeit wohl nur wenig oder gar nicht in den Haushalt der Natur eingreifen konnte; *diese Potenz ist der Mensch.* Er greift in alle Gebiete der Natur

§. 444. ein: Hier wirft er mächtige Hügelwälle auf, um die Wogen des Meeres und die steigenden Fluthen der Ströme von seinen Wohnsitzen fern zu halten, und dort durchsticht er Landengen, um Meere und die in ihnen wohnenden Thiere mit einander zu verbinden, oder gräbt Canäle, um entfernt von einander fließende Ströme zu vereinigen; — hier füllt er mächtige Erdfälle aus und dort gräbt er weite und mächtige Höhlen in die Erdrinde, um der Erde ihre Schätze zu rauben, und verursacht dadurch die Entstehung von Erdfällen, in denen dann mit der Zeit Wasseransammlungen und Moore entstehen; — hier raubt er den Bergen ihre Waldungen, daß sie unwirthbare Einöden bilden, welche jedem Regenguße preisgegeben sind und in Folge davon zur Bildung von Bergschliffen, Wasserschluchten und Steinschuttablagerungen in den sie umgebenden Thälern Veranlassung geben, dort aber wandelt er wieder öde und unfruchtbare Landesstrecken in Wälder und fruchtbare Pflanzenstaaten um; — hier endlich vertilgt er Schaaren von Thieren oder zwingt sie zur Auswanderung, und dort siedelt er Thiere und Pflanzen fern von ihrer Heimath an. Ist nun auch dieses Wirthschaften des Menschen eigentlich nur ein locales, so wird es doch ein im Zeitverlaufe durch die fortdauernden Arbeiten des Menschen sich über weite Länderstrecken weit ausdehnendes und dann auch geologisch bedeutsames.

Unter den für die Alluvialperiode bezeichnenden Erdrindebildungen nun treten namentlich die (— schon in dem Abschnitte A. vom §. 36, S. 83 bis §. 107, S. 347 beschriebenen —) durch den Verwitterungs- und Zersetzungsproceß der Gesteine und Organismenreste erzeugten hervor.

Es sind zwar schon in der Diluvialperiode und in jeder der früheren geologischen Perioden die dem Einflusse der Atmosphärilien und des Wassers ausgesetzten festen Massen der Erdrinde ganz ebenso verändert und in Steinschutt und Erdboden umgewandelt worden, wie es in der Gegenwart auch noch geschieht; es haben auch in allen früheren Perioden die Potenzen und Agentien des Verwitterungsprocesses ganz in derselben Weise gewirkt und gewirthschaftet, wie sie es noch jetzt thun, und wie es schon im Abschnitt B. im §. 123, S. 393—407 (und namentlich S. 404 u. f.) beschrieben worden ist; — aber in der Diluvialperiode zeigen sich in der Regel nicht die Producte des eben beginnenden, sondern die letzten, schon unter dem Einflusse des Wassers und der Pflanzenwelt mehr oder weniger umgewandelten Erzeugnisse des vollendeten Verwitterungsprocesses, während die Alluvialperiode vorherrschend durch die noch nicht zur vollständigen Zersetzung gelangten, und meist auch noch nicht durch gewaltige Wasserfluthen zusammengeschlämmten, Producte der Felsverwitterung charakterisirt wird und, wo sie schon die vollständig umgewandelten und durch Wasser geschlämmten Verwitterungsmassen besitzt, diese in der Regel da abgelagert zeigt, wo jetzt noch Regen- oder anderes Fließwasser wirthschaften kann, also namentlich in dem beiderseitigen Ueberfluthungsgebiete der Fließrinne von Bächen und Flüssen, sei es nun in den Buchten, Thälern und Vorländern der Gebirge, sei es

in den breiten Flußthälern der entfernter von Gebirgen liegenden Hügelländer, ſei es auch in den Binnenſeen, welche von Gebirgsflüſſen geſpeiſt werden. §. 444.

Nach allem eben Mitgetheilten ſchafft demnach die Alluvialzeit im Allgemeinen wohl dieſelben Erdrindeſubſtanzen wie die Diluvialperiode ſie erzeugt hat, aber ihre Producte ſind meiſtens noch im Werden begriffen (— gewiſſermaßen noch unreif —) und entwickeln noch aus ihrer Maſſe unter dem Einfluſſe der Atmoſphärilien und der, bei der Zerſetzung von Organismenabfällen entſtehenden, Zerſetzungsagentien durch Waſſer auslaugbare Subſtanzen, durch welche ſie ſelbſt nun wieder zerſetzend und umwandelnd auf die von ihnen berührten oder durchzogenen Maſſen der Erdrinde einwirken können, während die Producte des Diluviums meiſt ſchon längſt und namentlich durch ihre Schlämmung und ihre Transportation im Waſſer ausgelaugt ſind und nur noch aus ſchwer oder gar nicht zerſetzbaren Subſtanzen beſtehen. Recht auffallend iſt dieſes bei dem Lehm, Löß und Thon. Der Verwitterungslehm des Alluviums enthält noch eine Menge zerſetzbarer Mineralgrustheile, während der Löß des Diluviums nichts weiter als lösbaren Kalk enthält, woher es auch kommt, daß der Verwitterungs-Lehm und Thon des Alluviums durch ſich ſelbſt eine ſehr reiche Vegetation producirt, während der Schlämm-Lehm und Thon des Diluviums nur dann eine reiche Flora producirt, wenn er mit Grus- und Sandlagern wechſellagert oder von den, ihn umgebenden, Gebirgsabhängen durch Regenwaſſer Mineralſalzlöſungen zugefluthet erhält oder künſtlich mit nahrungsſpendendem Grus untermengt wird. — Ueberhaupt aber unterſcheidet ſich das geologiſche Wirthſchaften der Natur in der Alluvialperiode noch dadurch von dem Schaffen in der Diluvialzeit, daß in der letzteren, durch außergewöhnliche Temperaturverhältniſſe herbeigeführt, Eis und Waſſer im vollſten Uebermaße auftraten, alles Beſtehende zu vernichten drohten und mit wilder Gewalt die lockeren, transportirbaren Maſſen der Erdrinde fortriſſen und ſie nur an ſolchen Localitäten wieder abſetzten, wo ſie durch Stauung und langſames Fließen gezwungen wurden, ihren Erdrinderaub fallen zu laſſen, während in der Alluvialzeit im Allgemeinen die Natur nach den gewöhnlichen Geſetzen wirthſchaftet und demgemäß nur allmählich zuerſt durch den Verwitterungsproceß den harten Fels in Geſteinsſchutt umwandelt, dann aber die hierdurch erhaltenen Bildungsſubſtanzen durch das Waſſer dahin transportiren läßt, wo ſie zur Bildung neuer Erdrindemaſſen nothwendig ſind. Demgemäß darf man alſo die Diluvialperiode als die geologiſche Sturm- und Drangzeit, die Alluvialperiode aber als diejenige Zeit betrachten, in welcher die Fortbildung der Erdrinde nach einem beſtimmten Wirthſchaftsplane zwar nur allmählich und häufig ſehr heimlich, aber geſetzmäßig vorwärtsſchreitet, ſo daß die Producte alles Schaffens in der Regel nur nach langen Zeiträumen und für den Menſchen oft erſt dann hervortreten, wenn die Natur längſt fertig mit ihrer Arbeit iſt.

§. 445. **Fortſetzung. — Unterſcheidung der Diluvial- und Alluvialgebilde gleicher Art.** — Im Allgemeinen nun laſſen ſich die Di- und Alluvialgebilde gleicher Art in folgender Weiſe unterſcheiden:

Diluvialgebilde.	Alluvialgebilde.
I. Felsblöcke und Gerölle:	
a. **Erratiſche**, welche nie in der Umgebung ihrer Mutterfelsarten vorkommen;	a. **Erratiſche**, nur da, wo Wolkenbrüche oder Grundeismaſſen Blöcke aus ihren heimathlichen Stromgebieten in fremde führen;
b. **heimathliche**, welche wohl im Stromgebiete ihrer Mutterfelsmaſſen, aber gewöhnlich in Höhen lagern, zu denen die Fließwaſſer nicht mehr gelangen können und durch ſchwimmendes Grundeis transportirt worden ſind.	b. **heimathliche**, überall da, wo Felſen durch den Froſt oder die Verwitterung in Blöcke zerſprengt werden. Ihre Heimath befindet ſich an den Gehängen ihrer Mutterberge, in den Thälern und im Bette der Gebirgsflüſſe bis ins Vorland hinein.
II. Sand:	
a. **Erratiſcher**, von Meeresfluthen und Strömen an Orte geführt, wohin gegenwärtig die Gewäſſer nicht mehr gelangen können und aus Mineralreſten beſtehend, welche in ſeiner Umgebung nicht vorkommen;	a. **Erratiſcher**, mit den Blöcken zugleich durch ſtarke Waſſerfluthen in fremde Stromgebiete verſetzt; ein Gemiſch von verſchiedenen Fels- und Mineralkörnern aber mit vorherrſchendem Quarz, Feldſpath und Glimmer;
b. **heimathlicher**, in Gebirgsgegenden, in denen ſich gegenwärtig keine Fließwaſſer mehr befinden, und vorherrſchend aus abgerundeten Quarzkörnern, bisweilen auch aus Magneteiſenkörnern, beſtehend.	b. **heimathlicher**, in den Flußthälern ſeiner Muttergeſteine lagernd und namentlich untermiſcht mit Geröllen die Inſeln und Halbinſeln der Flüſſe bildend, aber auch an Berggehängen hinter Felsblöcken Sandzungen bildend.
III. Erdkrumen.	
a. **Löß**: feinkrümelig, an Orten lagernd, an denen ſich gegenwärtig keine Gewäſſer mehr befinden; außer Lößkindeln keine oder nur Gerölle von Felsarten beſitzend, welche nicht in ſeinem Ablagerungsgebiete vorkommen;	a. **Löß**, nur im Bette oder im Uferlande von Flüſſen und Binnenſeen vorkommend, durch vertorfende Waſſerpflanzenreſte dunkelgrau gefärbt, feinſandig, aber auch verſchiedenartige Gerölle von den Felsarten ſeiner Heimath einſchließend;
b. **Schlämmlehm**, d. h. Löß mit gröberem Sand, oft Mammuth-, Rhinoceros- und Urochſenreſte enthaltend, ſehr arm oder ganz leer an verwitterndem Geſteinsgrus; in Buchten der Berg- und Hügelländer da, wo gegenwärtig keine Waſſerfluthen mehr hingelangen;	b. **Verwitterungslehm**, theils an den Gehängen oder in den Buchten feldſpathreicher Geſteine und dann reich an verwitterndem Geſteinsgrus, theils am Fuße oder in den Thälern von Sandſteinbergen und dann reich an feinem und grobem Sand von Quarz und auch wohl von Feldſpath, aber arm an zerſetzbarem Geſteinsgrus; noch fortwährend entſtehend;
c. **Schlämmthon**, ſeifig ſchneidbar, ſehr plaſtiſch, am Fingernagel ſpiegelglatt werdend, ſehr klebrig; in den tiefen Seitenbuchten großer Flußthäler oder auf dem Grunde gegenwärtig ausgetrockneter Seebecken.	c. **Schlämmthon**, krümelig ſchneidbar, und fein walzbar, aber nicht in ganze dünne Stengel ſtreckbar, am Fingernagel ſich weniger glättend, feinen Sand und oft auch fein zertheilten Humus enthaltend und dann bläulich- oder graulichſchwarz; am Strande des Meeres einen Theil des Marſchbodens, in breiten Flußthälern den Untergrund der Uferländereien, aber auch vieler Moore und Sümpfe bildend.
IV. Süßwaſſerkalk.	
Vorherrſchend erdig dicht oder porös, **ſandig-körnig**, nicht ſelten Dolomiten ähnlich, weniger röhrig; häufig Reſte von Mammuth, Rhinoceros, Urbüffel, Urhirſch, Höhlenbären und Höhlenhyänen umſchließend, auch Land- und Süßwaſſerconchylien enthaltend. In den Becken ehemaliger, aber gegenwärtig ausgetrockneter, Seen lagernd.	Feines oder grobes Aggregat, entweder nur von **kryſtalliniſchen Kalkkörnern** oder von dieſen Körnern und erdigen Kalktheilen, ſehr häufig Grashalme oder Holzreiſer umſchließend und dann nach deren Verweſung voller Röhren; nur noch Reſte von Thieren der Gegenwart und außerdem häufig Süßwaſſer- und Landconchylien enthaltend. Im Gebiete noch gegenwärtig fließender Quellen und Bäche, vorzüglich in der Umgebung von Kalkbergen.

§. 445.

Diluvialgebilde.	Alluvialgebilde.
V. Torfmoore.	
In ihren unteren Lagen vorherrschend **Bagger-** oder **Pechtorf,** in ihren mittleren Lagen reifen, aber noch einzelne, undeutliche Pflanzenreste, in ihren obersten Lagen **Filztorf,** mehr oder weniger zahlreiche Haide-, oder Riedgräserreste enthaltend; oft auch Reste von Bäumen einschließend, welche gegenwärtig nicht mehr an ihren Lagerorten wachsen.	In ihren unteren Lagen selten Pechtorf, sondern vorherrschend dunkelbraunen, reifen, noch mehr oder weniger zahlreiche und unterscheidbare Pflanzenreste, aber in den oberen Lagen stets unreifen, Filztorf enthaltend.
VI. Humussubstanzen.	
Nur **kohliger, ulminreicher Humus,** welcher sich nur durch Aetzkali- oder Aetznatronlauge lösen läßt und theils fein zertheilt und innig mit Thon oder Löß untermengt, theils in dünnen, papierkohlenartigen, Lagen zwischen Sand-, Thon- oder Lößablagerungen vorkommt.	Theils noch das organische Gefüge zeigender, hellbrauner, aus Ulmin bestehender und nur in Aetzalkalienlauge zersetzbarer, theils erdartiger, krümliger, schwarzbrauner, aus Humin bestehender, in Kali-, Natron- oder Ammoniakcarbonat mit dunkelbrauner Farbe lösbarer, Humus, welcher sich alljährlich neu aus Pflanzen- und Thierleichen erzeugt und in Wäldern, wo seine Bildung nicht gestört wird, 6 bis 12 Zoll hohe, Decken auf dem Erdboden bildet, sonst aber auch mit feinem Sand- oder Thonschlamme untermischt auf dem Grunde von Fließwassern und Teichen vorkommt und dann bei Ueberfluthen der Uferländereien von Strömen und Meeren das Hauptbildungsmaterial des Marschbodens bildet.

Zusätze:

I. Unter den vorstehend kurz geschilderten alluvialen Bestandesmassen verdienen die Torfmoore und Humusbodenarten noch eine nähere Betrachtung:

1) Die Torfmoore, deren Bildungssubstanzen schon in den §§. 58 bis 67a ausführlich beschrieben worden sind, bestehen ihren Hauptbildungspflanzen nach theils aus Astmoos- oder Hypnumarten und Sumpfgräsern (Cyperaceen und Juncaceen), — so die Wiesen-, Gras- oder Gründlandstorfmoore, theils aus Algen, Conferven und grasartigen Gewächsen (Cyperaceen, Juncaceen und Gramineen), — so die See- und Teichtorfmoore —, theils aus Wassermoosen (Sphagnum) und Haidearten (namentlich Erica Tetralix), — so die Haide- oder Hochmoore. — In Deutschland kommen diese verschiedenen Moorarten hauptsächlich in folgenden Landesgebieten vor:

a. Die Conferven-Moos-Grasmoore (See- und Teichmoore) zeigen sich vorzüglich in den nördlichen Kalk-Alpenthälern (Achen-, Inn-, Salzach- und Ennsthal), in den nördlichen Voralpenländern (Iller-, Wertach-, Lech-, Amper- und Isarthal, sowie am Ammer-, Würm-, Kochel-, Tegern-, Chiem- u. a. Seen) und überhaupt in den Kalkgebieten. In der Umgebung von München bilden sie z. B. das große Erdinger und Dachauer Moor. Viele dieser Moore tragen gegenwärtig Süßgraswiesen.

§. 445. b. Die Moos-Gras- oder Grünlandsmoore haben ihren Hauptſitz vorzüglich auf den beckenförmigen Plateaus und in den flachen, von Flüſſen durchzogenen, Thälern der deutſchen Mittelgebirgszone da, wo ſich ein undurchläſſiger, aus Thon oder feſtem Fels beſtehender Untergrund befindet, aber auch im norddeutſchen Tieflande, wo ſie, gegenwärtig häufig unter Dünenſand vergraben, der Zone des baltiſchen Seegürtels folgen und meiſt das Ausfüllungsmittel ehemaliger Seen bilden. Ihr Hauptverbreitungsgebiet befindet ſich zwiſchen der Elbe und Weichſel, beſonders aber in der Umgebung der Havel, Peene, Oder, Warthe und Netze, außerdem im Gebiete der pommerſchen und preußiſchen Küſtenflüſſe (z. B. der Perſante und Memel). — Außer Moos und Riedgräſern nimmt an ihrer Bildung auch das Haidekraut (Calluna vulgaris) Theil.

c. Die Haide- oder Hochmoore lagern theils in den Kratern alter Vulcane (in den Maaren der Eifel und der Rhön), theils in den Wellenthälern der nordweſtdeutſchen diluvialen Geeſt vorzüglich im Gebiete der Ems, Hunte, Weſer, Aller und Oſte (z. B. das Auricher und Teufelsmoor).

d. Die Flechten-, Moos- und Preißelmoore oder Tundern, ein Eigenthum des nebelreichen, hohen Nordens, in welchem ſie namentlich in Lappland, Samojedien und im weſtlichen Sibirien weit ausgedehnte, von Flechten, heidelbeerartigen Gewächſen (Vaccinien) und Zwergbirken bewohnte und von Waſſertümpfeln und zahlreichen Flüſſen durchzogene, Gebiete einnehmen.

Im Allgemeinen nehmen die Torfmoore an Häufigkeit und Umfang nach Norden und mit der Höhe der Gebirge zu. — Bemerkenswerth erſcheint es außerdem noch, daß wenigſtens die Moorgebiete des nordweſtlichen und nördlichen Tieflandes von der Ems bis zum Ural hin auch die Hauptheimath der Raſeneiſenerz-Ablagerungen bilden (vgl. §. 69).

2) Die Marſchen ſind vorherrſchend Bodenarten, welche aus einem innigen Gemiſche von Thon mit zartem Sande oder auch Conchylienreſten und fein zertheilten animaliſchen und vegetabiliſchen Verweſungsſubſtanzen beſtehen und außerdem auch eine Anfangs bedeutende Menge von löslichen Salzen (z. B. von Kochſalz und Salmiak) und auch wohl von Schwefeleiſen enthalten. Waſſerfluthen liefern zwar ihr Bildungsmaterial, aber dieſes Material wird erſt nach ſeiner Ablagerung unter dem Einfluſſe der Luft in wahren Marſchboden, d. h. in einen von wahrem Humus (Humin) durchdrungenen Boden umgewandelt. Unterſeeiſche Marſchen giebt es daher eben ſo wenig als unterſeeiſchen Torf. Wenn man demungeachtet Marſchablagerungen unter dem gegenwärtigen Meeresſpiegel findet, ſo ſind dieſelben doch erſt aus der Einſinkung von oberſeeiſchen entſtanden, wie auch Meyn's Beobachtungen an der Hamburger Hallig (— vgl. Meyn's geologiſche Beſchreibung der Hamburger Hallig in der Zeitſchrift der deutſchen geolog. Geſellſchaft S. 20 u. ff. im Bd. 24, 1872 —), deren

nördlicher Theil gegenwärtig 7 Fuß unter der Meeresfläche lagert und an seiner Oberfläche noch deutlich alle Spuren von ehemaliger Cultur (z. B. die Fußspuren von Pferden und Rindern, die Abgrenzung von Ackerbeeten, Acker-, Pflug- und Wagenfurchen) zeigt, beweist. — Da nun ferner die Humussubstanzen sich unter dem Einflusse der Luft bald vollständig zersetzen, so kann es auch keine diluvialen Marschen geben. Die Marschbildungen sind daher ein Eigenthum der Alluvialzeit. Je nach ihren Bildungs- und Ablagerungsorten unterscheidet man nun Flußmarschen, welche sich auf den flachen Uferländereien langsam fließender und Erdschlamm führender Ströme (z. B. an der Elbe, Oder und Weichsel) absetzen und Meeresmarschen, welche auf oder an dem flachen Strande des Meeres lagern und hauptsächlich im nordwestlichen Deutschland theils zwischen den Nordseeinseln und dem Festlande aus den sogenannten Watten hervorgehen, theils auf dem Strandgebiete selbst, vorzüglich zwischen der Weser, Elbe und Eider bedeutende, durch ihre Fruchtbarkeit berühmte, Ablagerungen bilden.

II. Außer den Marsch- und Humusbildungen des Alluviums müssen endlich hier auch die oft sehr mächtigen Ablagerungen von denjenigen thierischen Zersetzungsproducten erwähnt werden, welche unter dem Namen „Guano" (vgl. §. 264 S. 661) bekannt geworden sind und noch gegenwärtig an solchen Orten entstehen, in denen sich die Abwürfe von Thieren ungestört Jahr aus Jahr ein anhäufen können, wie dieses z. B. der Fall in manchen von zahlreichen Fledermäusen bewohnten Höhlen Schwabens und Ungarns oder auf mehreren von Menschen unbewohnten, aber von Seevögeln aller Art besetzten, regenlosen Inseln der südlichen Tropenzone der Fall ist. — Alle diese Guanobildungen gehören ihren Einschlüssen nach der Alluvialzeit an.

Fortsetzung. — Veränderungen an der Oberfläche und dem Umfange der Landesmassen von Europa während der geschichtlichen Zeit. §. 446. — Trotz des heimlichen und nur ganz allmählich hervortretenden Schaffens der Natur in und auf der Erdrinde sind z. B. in dem Gebiete Europas schon viele großartige und die Landesmassen dieses Erdtheiles mehr oder weniger stark verändernde Schöpfungen seit Menschengedenken hervorgetreten, wie folgende aus v. Hoff's „Geschichte der natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche" entlehnte Beispiele zeigen werden:

A. **Alluviale Veränderungen Europas am Strande und im Bette des Meeres:**

a. im Mittelmeere:

1) Am Südrande der Alpen hat sich im Gebiete des Isonzo, Tagliamento, der Piave und Brenta aus Alpenschutt ein breites Vorland gebildet, welches noch jetzt im Wachsen ist, so daß die sonst am Meere gelegene Stadt Aquileja gegenwärtig fast 1 Meile vom Meere entfernt liegt, während sich am ehemaligen Strande zahlreiche Laguneninseln gebildet haben, zu denen auch die der Stadt Venedig gehören, deren Lagunen indessen sämmtlich im Versanden begriffen sind.

§. 446. 2) Die Etſch-Po-Tiefebene, ein ehemaliger, mächtiger, von den Alpen und Apenninen umſchloſſener, Meerbuſen, rückt noch gegenwärtig weiter ins Meer hinein. Die Etſch iſt ſeit dem Jahre 589 n. Chr. von ihrer ehemaligen Mündung bei Eſte über 26 italieniſche Meilen weiter nach Oſten vorgerückt, ſo daß ſich ihre jetzige Mündung bei Foſſone befindet. — Der Po hatte in der älteſten Zeit zwei Hauptarme, von denen der ſüdlichere bei der Stadt Spina nördlich von Ravenna und gegenwärtig $2^1/_2$ geographiſche Meilen vom Meere entfernt, ins Adriameer mündet. Später theilte er ſich in Folge von Verſchlammung in noch mehrere Arme, unter denen der jetzt noch exiſtirende Po Grande der nördlichſte war. An ſeiner Mündung lag die, von den Tusciern erbaute, Hafenſtadt Hadria oder Adria, von welcher das anliegende Meer ſeinen Namen erhielt, die aber gegenwärtig mehrere (8) Meilen weit von der Küſte entfernt liegt. „Der größte Theil der Poleſina, ſowie der Gegend auf dem rechten Ufer des Po bis nach Ravenna iſt neues durch die Alluvionen der Etſch und des Po gebildetes Land, ſo daß viele Orte, die dort ehedem an der Küſte lagen, z. B. Ravenna ſelbſt, gegenwärtig tief im Lande auf dem Trocknen oder von Sümpfen umgeben liegen, ſo die Stadt La Merula am Po d'Ariano, welche in der Mitte des 16. Jahrhunderts an der Meeresküſte gebaut worden iſt, aber jetzt 6—7 italieniſche Meilen vom Meere entfernt liegt, ebenſo Ravenna, welche nach Plinius dicht am Meere lag, gegenwärtig aber über eine deutſche Meile von demſelben entfernt iſt, ſo daß nach Jornandes ſich jetzt da geräumige Gärten befinden, wo ehemals die Hafenplätze lagen.“ —

3) An der Weſtſeite Italiens ſind namentlich die Alluvionen der Tiber zu erwähnen, zu denen vielleicht die ganze Campagna di Roma gehört. Gegenwärtig liegt an der Innenſpitze des kleinen Tiberdeltas gegen 3 italieniſche Meilen vom Meere entfernt die von Ancus Martius gegründete Stadt Oſtia, welche nach Livius ehedem an der Mündung der Tiber („in ore Tiberis“) lag.

4) An der Südküſte Frankreichs breiten ſich die Alluvionen an dem ganzen nördlichen Strande des Golf du Lion (Löwenbuſen) aus und treten namentlich im Delta der Rhone hervor. Die Thürme, welche nach Strabo die Maſſilier zur Sicherung des Hafens von Maſſilia an beiden Seiten der Rhonemündung erbaut hatten, liegen jetzt weit vom Meere entfernt; ja der Thurm von Tignaux, welcher erſt im Jahre 1737 am Meeresufer erbaut wurde, liegt jetzt ſchon 1 franzöſiſche Meile von letzterem entfernt.

b. im atlantiſchen Oceane.

1) An den Süd- und Oſtküſten Englands verſanden die Flußbetten und Mündungen der meiſten Flüſſe immer mehr, ſo daß manche ehemalige Häfen jetzt nicht mehr zu gebrauchen ſind. Ebenſo wächſt an vielen Küſtenſtellen, z. B. an den Küſten von

Kent und Sussex, an den Inseln Sheppey, Thanet und Sandwich, §. 446.
das Land fortwährend, so daß z. B. die Meerescanäle zwischen den letztgenannten Inseln und dem festen Lande immer schmäler werden. — Dagegen werden die Ostküsten Schottlands so stark vom Oceane benagt, daß man z. B. zwischen Leith und Musselburgh die längs dem Meere hinziehende Landstraße immer tiefer ins Land hat verlegen müssen.

2) Am augenfälligsten indessen sind die Veränderungen, welche die Küstengebiete Hollands und Deutschlands an der Nordsee erlitten haben und noch fortwährend erleiden.

α. In den Niederlanden treten zuerst hervor die Deltabildungen der Schelde, Maas, Waal und des Rheins. In dem Gebiete dieser Ströme finden fortwährende Veränderungen statt, indem einerseits diese Ströme ihre alten Fließrinnen mit Schlamm und Sand verstopfen, sich neue wühlen und in dieser Weise mannichfach verästeln und andererseits die zwischen ihnen und dem Meere liegenden Inseln überall da, wo sie nicht durch Dünenwälle oder künstlich aufgeworfene Dämme geschützt sind, theils durch die zwischen ihnen fließenden Ströme, theils durch die Meeresfluthen unaufhörlich benagt werden, so daß sie an der Seite kleiner und an anderen Stellen wieder durch angeflutheten Schlamm und Sand größer werden.

β. Zwischen Nordholland und Friesland breitet sich der große Zuidersee aus. Nach Pomponius Mela, Atting u. A. war dieser See in den älteren Zeiten ein ringsum geschlossener See, welcher Flevo hieß, den östlichsten Arm des Rheins, die Yssel, in sich aufnahm und von dem Meere durch eine schmale Landenge (— den gegenwärtigen Inseln Wieringen, Texel, Vlieland, Schelling, Ameland, Borkum, Juyst und Bant —) getrennt war. Erst gegen das Ende des dreizehnten Jahrhunderts (1290) hatte das Meer nach und nach die eben genannte Landenge an mehreren Stellen so durchbrochen, daß dieselbe zu der Inselreihe wurde, wie sie noch gegenwärtig vor der holländisch-deutschen Küste von Holland an bis zur Mündung der Weser sich ausbreitet und nun eine Art „Schlammrechen" oder „Wehr" bildet, zwischen welchem und dem Festlande das Meer seinen Schlamm unaufhörlich absetzt, so daß sich daselbst ein neues, unter dem Namen der Watten bekanntes, und bei der Ebbe schon trocken liegendes, Schlämmlandgebiet herausbildet.

γ. Ganz ähnlich breitet sich an der Ostküste von Holstein, Schleswig und Jütland von der Elbmündung bis zur Mündung der Varde- oder Holm-Au in Jütland eine stark unterbrochene Inselreihe aus, welche wahrscheinlich ehedem eine Nehrung bildete, welche von der jütischen Halbinsel Skallingen

§. 446. nach Süden bis zur Elbe reichte, und zu welcher gegenwärtig noch die vom Meere unaufhörlich benagten Inſeln Fanöe, Romöe, Sylt, Föhr, Amrum, Pelworm und Nordſtrand gehörten. Auch dieſe Inſeln werden von ihrer Weſtſeite aus immer kleiner, während zwiſchen ihnen und dem Lande ſich immer höher werdende Watten bilden. — Ueberhaupt zeigt die ganze Weſtküſte Deutſchlands von Holland an bis Jütland hin eine immer ſtärker und breiter werdende Zone von Watten- und Marſch-, aber an vielen Stellen auch von Dünenbildungen, welche vom Winde getrieben in Jütland immer weiter landeinwärts rücken. — Auf der Nordoſtküſte von Jütland iſt zwiſchen Skagen und Flatſtrand die Küſte ſeit Menſchengedenken über 40 Klafter weiter vorgerückt. — Am Nordende der Inſel Sylt iſt die, ſonſt ſelbſt für Kriegsſchiffe zugänglich geweſene Bucht bei Liſt (— das Liſter Tief —) durch Dünenſand faſt ganz verſchüttet.

δ. Der — früher gegen 6 Quadratmeilen große, gegenwärtig aber durch Abſatz von angeſchlämmtem Lande um über 3,5 Quadratmeilen kleiner gewordene — Buſen des Dollart vor der Mündung der Ems war zur Zeit der Römer noch nicht vorhanden. An ſeiner Stelle lag damals das Reiderland (Terra Reidensium), in welchem die Stadt Torum, 50 Märkte, Dörfer und Klöſter lagen und die beiden Flüſſe Tiam und Eche floſſen. Durch Unterwaſchung und dann einbrechende Meeresfluthen, von denen die erſte um Weihnachten des Jahres 1277 ihr Zerſtörungswerk begann, wurde das Land immer weiter weggenagt, bis im Jahre 1508 (1507) auch der letzte Landesreſt mit den Ueberbleibſeln der Stadt Torum in die Tiefe ſank.

ε. Aehnlich wie der Dollart an der Mündung der Ems, iſt der über 3 Quadratmeilen faſſende Jahde-Buſen an der Mündung der Jahde erſt ſeit dem Jahre 1218 zum Vorſchein gekommen; aber noch im Jahre 1511 befanden ſich in einem Theile deſſelben mehrere Kirchſpiele der Vogtei Ruſtringen und erſt im Jahre 1651 erhielt er ſeine ganze Größe.

Es ſind im Vorſtehenden nur diejenigen Veränderungen kurz angegeben worden, welche die Küſten Hollands und Deutſchlands durch die Fluthen der Nordſee ſeit Menſchengedenken erlitten haben, wie auch ſchon im Abſchnitte A. §. 49 S. 149, wo auch die Wegſpülung von Landestheilen Helgolands erwähnt wurde, mitgetheilt worden iſt. Aber eine, wenn auch nur ganz allmählich und für den nicht ſorgfältig beobachtenden Menſchen kaum bemerklich vor ſich gehende, Veränderung an den gedachten Küſten beſteht in einer fort und fort ſtattfindenden Einſinkung der Küſtenländer von Holland an bis nach Jütland hin, der zu Folge noch zur Zeit des Julius Cäſar da, wo jetzt das Meer ſteht, dicht bewaldete und von Menſchen bewohnte,

Ländereien lagen, wie auch schon da, wo von den diluvialen Torflagern die Rede war, erwähnt worden ist (vgl. hierzu Nöggerath: „Die Senkung der Nordseeküste" in Westermann's illustr. Monatsheften 1861, Nr. 55, S. 44). §. 44

c. im Gebiete der Ostsee. — Außer der sich stets erneuernden Versandung der Busen und Häfen an der Ostküste Holstein-Schleswigs und der dänischen Inseln, der Vergrößerung der Halbinsel Dars durch Anschwemmung von Sand, der zahlreichen Ausbuchtungen der Insel Rügen, welche noch im 13. Jahrhundert doppelt so groß gewesen sein soll als gegenwärtig, der Küstenzertrümmerung der Inseln Usedom und Wollin, welche vorzüglich im Jahre 1044 stattgefunden haben, seien hier nur erwähnt

1) die wallartigen Haufen und Bänke von Schalen eßbarer Muscheln (— z. B. Ostrea edulis, Cardium edule, Mytilus edulis, Littorina littorea —), welche unter dem Namen der Kjöckenmöddinger (Küchenabfälle), untermischt mit Knochen vom Auerochs, Hirsch, Reh, Wildschwein, Biber, Seehund u. s. w., am Strande Jütlands und der dänischen Inseln lagern und durch ihre Bestandtheile schon andeuten, daß sie durch Menschen, welche ihre Wohnsitze am Strande hatten und sich vorzüglich von Muscheltieren und Fischen nährten, entstanden sind;

2) die vorwärtsschreitenden Dünenbildungen auf den Nehrungen des frischen und kurischen Haffs und die in Folge hiervon immer stärker werdende Versandung dieser beiden Haffs, welche dereinst wahrscheinlich ebenso, wie es an der Westküste Deutschlands der Fall ist, zu Watten und Marschländereien werden;

3) die unaufhörlich sich wiederholende Versandung und Verstopfung der Weichselmündungen, der zu Folge die Weichsel zunächst sich immer wieder neue Abzugscanäle ausnagen muß und dann durch die zeitweilige Rückwärtsstauung ihrer Fluthungen die allbekannten fruchtbaren Flußmarschländereien der Werder schafft.

B. **Alluviale Veränderungen im Innern der Landesgebiete Europas.** — Von allen den Veränderungen, welche zu allen Zeiten an den festen Massen der Erdrinde vor sich gehen und im Allgemeinen schon im Abschnitte A. §§. 36—82 beschrieben worden sind, treten am meisten diejenigen hervor, welche nicht nur die Oberflächengestalt, sondern auch die ganze Natur und die Fruchtbarkeit eines mehr oder weniger ausgedehnten Landesgebietes umwandeln. Unter diesen noch in der Gegenwart hervortretenden Landesveränderungen Europas nun sind hier hauptsächlich hervorzuheben:

1) Die Versandung von Landesgebieten durch den Dünen- und Flugsand. — Es ist schon früher mitgetheilt worden, daß die flachen Ufergestade Europas an dem atlantischen Ocean, der Nord- und Ostsee überall da, wo die Fluthwelle des Meeres mehr oder weniger senkrecht gegen die Küste der Länder heranrollt, mit Dünenhügelreihen besetzt sind. Diese Dünenzüge, welche immer dem Meeres-

§. 446. ſtrande parallel ziehen, zeigen ſich zunächſt an der Küſte des Biscayiſchen Meerbuſens in den Landes, dann an der Nordküſte der Bretagne von Calvados bis in die Normandie, weiter an der Küſte Hollands bis zur Grenze von Oldenburg, — aber auf dieſem Zuge von den Mündungen der Schelde, der Maas, des Rheins und der Ems durchbrochen, — dann wieder an der Weſtküſte Holſteins, Schleswigs und Jütlands bis an die Spitze von Skagen, endlich in der Oſtſee hauptſächlich auf der friſchen und kuriſchen Nehrung. Da nun, wo in den Gebieten dieſer Sandhügelzüge die Luftſtrömungen vorherrſchend vom Meere aus landeinwärts ziehen und die Dünenhügelzüge weder durch eine, den Wind vom Sande abhaltende Pflanzendecke feſtgemacht, noch durch Waldungen von den hinter ihnen lagernden Culturländereien abgeſchloſſen ſind, da werden durch die Luftſtrömungen nicht nur die leichtbeweglichen Sandwälle der Dünen immer weiter nach dem Landinnern hingetrieben, ſondern auch mächtige Flugſandwolken über die umliegenden Länder geſchüttet, während zugleich auch durch Regenniederſchläge der Sand der Dünen abgeſchlämmt und auf den zunächſt liegenden Länderſtrecken ausgebreitet wird. In dieſer Weiſe ſind in Südweſtfrankreich im Gebiete der Landes ſeit 200 Jahren die Dünen immer weiter landeinwärts gerückt und in Folge deſſen weit und breit die fruchtbarſten Ländereien in öde Sand- und Haidewüſten umgewandelt, mehrere große Ortſchaften verſchüttet und iſt ſelbſt der Adour, welcher ſonſt bei Cap Breton ins Meer fiel, jetzt um mehr als 2000 Toiſen von ſeinem ehemaligen Laufe abgelenkt worden. — Ein Dorf bei St. Paul de Lion im Departement Finiſterre, welches noch vor dem Jahre 1666 bewohnt war, lag im Jahre 1760 ſchon ganz unter Sand begraben. — In Schleswig ſind ſeit Menſchengedenken die Dünen 3 Meilen weit landeinwärts gerückt. Noch viel weiter ſind die Dünen in Jütland vorgerückt; ſo iſt gegenwärtig in dem Kirchſpiele Agger alles noch in der Mitte des 18. Jahrhunderts vorhanden geweſene Culturland gegenwärtig unter Sand vergraben. — Und ſo iſt auch an vielen Orten der pommerſchen Küſte der Flugſand immer weiter vorgedrungen. Man berechnet in Pommern den Verluſt an Land durch Ueberſchüttung mit Flugſand jährlich im Durchſchnitte auf 1400 Morgen.

2) Die Ausfüllung und Verſtopfung der Flußbetten durch Ablagerung von Stein- und Erdſchutt. — Ueberall da, wo ein Steinſchutt führendes Fließwaſſer durch irgend eine Erdoberflächen-Anſchwellung in ſeinem Laufe gehemmt wird, da ſetzt es, zumal bei geringer Fließgeſchwindigkeit, Quantitäten des von ihm fortgefluteten Steinſchuttes ab, wie früher ſchon gezeigt worden iſt. Im Zeitverlaufe kann ſich die Ablagerung dieſes Schuttes innerhalb eines Strombettes ſo vermehren, daß ſie daſſelbe mehr oder weniger ausfüllt und das in demſelben hinziehende Fließwaſſer zunächſt ſtauet, dann zur Ueberfluthung ſeiner Ufer treibt und endlich zur Ausnagung eines neuen Fließbettes zwingt. Viele Ströme, namentlich der Tiefländer, ſind in dieſer Weiſe veranlaßt worden, ihre ehemaligen Fließ-

betten zu verlassen und sich in der von ihnen am leichtesten zu durch- §. 446.
nagenden Richtung neue, oft in ganz anderer Richtung ziehende, Betten zu nagen.

Recht auffallend tritt dieses bei den Hauptströmen Norddeutschlands hervor; denn nach den Beobachtungen Friedrich Hoffmann's, L. von Buch's, Girard's und A. Berghaus' („Die frühere Oberflächengestalt der Mark Brandenburg" im 5. Hefte, S. 281 u. ff. der Gaea von 1876) sind die Elbe, Oder und Weichsel früher in folgenden Stromrichtungen gezogen:

a. Die Elbe zog von Magdeburg aus in das gegenwärtige Allerthal und mündete da, wo gegenwärtig die Weser mündet, so daß also sowohl dieser letztgenannte Strom, wie auch die Aller, Nebenflüsse der Elbe waren.

b. Die Oder aber floß von Fürstenberg aus durch den gegenwärtigen Friedrich-Wilhelmscanal nach Nordwesten über Berlin nach Hamburg, nachdem sie vorher die Spree und Havel in sich aufgenommen.

c. Die Weichsel endlich zog durch den gegenwärtigen Bromberger Canal im Vereine mit der Netze und Warthe ins Haff bei Stettin.

3) Die Flußmarschen sind Erdschlammabsätze, welche theils innerhalb der Flußbetten, namentlich in den Seitenbuchten der letzteren, theils auf den beiderseitigen Ufergeländen durch Ueberfluthungen überall da abgesetzt werden, wo das Wasser gestauet oder doch zum Langsamfließen gebracht wird. Diese noch fortwährend stattfindenden Landbildungen sind zwar im Gebiete aller Flüsse da zu finden, wo die letzteren zeitweise das sie umgehende Land überfluthen können; am großartigsten aber treten sie im Unterlaufsgebiete aller Ströme da auf, wo dieselben in vielfachen Windungen (Serpentinen) schleichend die wenig geneigten Ebenen des Tieflandes durchziehen. Jede tiefer in die Ufergelände einschneidende Bucht wird unter diesen Verhältnissen ein Sammelplatz für die erdigen Schlammtheile, welche die Ströme mit sich führen. Anfangs bilden diese Ablagerungen Moräste, später mit Erlen und Weiden bewachsene Brüche, zuletzt nach aller Entwässerung das fruchtbarste Marschland. — Auf diese Weise zeigen sie sich im unteren Schelde-, Maas- und Rheinthale, im unteren Wesergebiete von der Porta Westphalica an, im Elbethale an der Magdeburger Börde, im Oderthale, vorzüglich von Frankfurt an nordwärts (z. B. in den Oderbrüchen), im unteren Weichselgebiete (die sogenannten Werder von Marienwerder bis Danzig); großartig auch in der ungarischen Niederung zu beiden Seiten der Theiß und endlich in der Po-Tiefebene.

4) Die Regenschluchten oder Wasserrisse (vgl. §. 41 a., S. 92). — Sie entstehen fortwährend da, wo Regenniederschläge auf geneigte Flächen fallen, welche aus lockerem Erdreiche oder auch aus mehr oder weniger senkrecht stehenden, leicht zertrümmerbaren Gesteinsablagerungen bestehen und nicht durch eine dichte Pflanzendecke gegen das Andrängen der Regenströme geschützt sind. Das sie reißende und immer tiefer

§. 446. und breiter ausnagende Regenwaſſer führt allen ausgenagten Erd- und Steinſchutt nach tiefer und ebener gelegenen Gebieten und erhöht die Oberfläche dieſer letzteren immer mehr theils mit wüſtem Gerölle theils mit fruchtbarem Erdreiche, durchreißt aber ſpäter die ſo von ihnen abgeſetzten Schuttterraſſen und führt dann den ſo gewonnenen Schutt wieder weiter abwärts, ſo daß ſich vor der erſten Schutterraſſe eine zweite bildet. Durch dieſe Regenſchluchtenbildungen, welche ſo lange dauern, als noch Regenniederſchläge fortſchlämmbares Material erhalten und abwärts fließen können, werden einerſeits Bergzüge immer niedriger und ausgefurchter und andererſeits Thalgebiete immer mehr erhöht. In Frankreich und Deutſchland finden ſie ſich am ausgeprägteſten im Gebiete entwaldeter Kalk- und Keuperbergländer; am großartigſten aber treten ſie in den Steppen Südrußlands auf, wo jede durch die Sonne ausgetrocknete und dabei zerplatzte Erdablagerung Gelegenheit zur Bildung von mehreren Meilen langen, ſchroff eingeſchnittenen, vielfach veräſtelten, tiefen und breiten Regenſchluchten giebt.

5) Bergſtürze, Bergſchlüpfe und Erdfälle (vgl. §. 41g., S. 117 bis 124) ſind eine häufige Erſcheinung. Die erſteren, welche hauptſächlich durch den Verwitterungsproceß und das in Felsklüften zu Eis erſtarrende Waſſer hervorgebracht werden, kommen hauptſächlich in Gebirgen mit ſenkrecht oder fächerförmig aufgerichteten Schiefergeſteinen oder mit ſtark zerklüfteten Granit-, Porphyr-, Dolomit- oder Kalkſteinfelſen vor; die Bergſchlüpfe dagegen treten namentlich an Bergmaſſen auf, deren Schichtmaſſen Thonzwiſchenlagen beſitzen und ſo ſchief ſtehen, daß das Regenwaſſer zu den Thonſchichten gelangen und dieſelben ſchlammweich machen kann; die Erdfälle endlich zeigen ſich hauptſächlich in den Sand- und Kalkſteingebieten, welche unterirdiſche Gyps- und Steinſalzlager enthalten, und entſtehen durch Auflöſung dieſer letzteren.

a. Unter den zahlreichen Bergſtürzen, welche ſich ſeit geſchichtlicher Zeit bemerklich gemacht haben, ſind namentlich folgende bemerkenswerth. Südlich von Piacenza und weſtlich von Parma lag in einem Apenninenthale die Stadt Veleja, welche erſt nach Trajans Zeit durch den Einſturz eines der ſie einſchließenden Berge ganz verſchüttet worden iſt, da man bei ihrem Ausgraben im Jahre 1747 ein in Erz gegrabenes Denkmal an Trajan (— die ſog. Tabula Trajana —) fand. — Im Jahre 1772 vergrub ein Bergſturz am Berge Piz im Diſtricte von Treviſo drei Dörfer mit ihrer ganzen Bevölkerung. — Im Jahre 1618 am 25. Auguſt ſtürzte der Berg Conto in Chiavenna ein und vergrub den Flecken Plürs und das Dorf Scilano. — Im Jahre 1714 ſtürzte ein Theil der Diablerets im Wallis ein und vergrub ein Stück Land von $^1/_2$ Meile Länge und $^1/_2$ Meile Breite. Ein zweiter Einſturz dieſes Berges hemmte im Jahre 1749 den Fluß Liſerne ſo in ſeinem Laufe, daß er von dieſer Zeit den See Derborence bildet. — Zur Zeit Taſſo's ſtürzte ein Theil des Monte Baldo

bei Roveredo ein und vergrub die Stadt Laguris(?) und einen §. 446.
See. — Mächtige Bergeinstürze sind auch in der Umgebung der Ortler Alpen erst in den letzten beiden Jahrhunderten vorgekommen. Ebenso brach im Jahre 1794 unweit Taxenbach im Pinzgau vom Hohen Tauern eine gewaltige Schieferwand ab und verschüttete den vorderen Theil dieses Gaues so, daß die denselben durchströmende Salzach gehemmt wurde und das ganze Thal in einen See und Sumpf umwandelte.

b. Unter den Bergschlüpfen, welche ebenfalls an mehreren Orten, hauptsächlich der nördlichen Kalk- und Tertiäralpen, vorgekommen sind, ist namentlich der schon auf S. 121 beschriebene und im Jahre 1806 erfolgte Schlüpf des Roßberges, welcher den Ort Goldau verschüttete, zu bemerken. Außerdem sind auch im Rheinthale schon wiederholte Schlüpfe der dasigen Schieferberge vorgekommen, so erst im Jahre 1876 bei dem Städtchen Caub.

Durch den Einsturz von Bergmassen werden nach dem eben Mitgetheilten nicht nur Schluchten und Thäler auf mehr oder weniger weite Strecken hin, sondern auch Seebecken mit wüstem Steinschutte ganz oder theilweise ausgefüllt, sowie Flüsse in ihrem Laufe gehemmt und zur Bildung von Seen getrieben, aus denen dann bei einem späteren Abflusse ihres Wassers auf lange Zeit hin Moorungen und Sümpfe entstehen, während das aus ihnen mit voller Gewalt abströmende Wasser die umliegende Gegend verwüstet und mit Steinschutt mehr oder weniger stark bedeckt.

So viel über die Veränderungen, welche namentlich die Ländergebiete Europas noch fortwährend erleiden. Ueber die durch Vulcane und Erdbeben hervorgerufenen Veränderungen in der Alluvialzeit ist schon das Wichtigste im Abschnitte F., §§. 85—95 und §§. 107—109 mitgetheilt worden. Es sind im Vorstehenden nur einige der häufigsten und am meisten ins Auge fallenden Veränderungen der Gegenwart erwähnt worden. Dieselben reichen indessen schon aus, um zu zeigen, einerseits, daß die Entwickelungsgeschichte der Erdrinde noch unaufhörlich fortdauert, und andererseits, in welcher Weise alle Neubildungen dieser Rinde vor sich gehen und vom Anbeginne an stattgefunden haben.

In dem ersten Zeitraume entwickelte die Erde ihre Rinde aus den, in ihrem Innern vorhandenen, Elementarmineral-Substanzen. Die hierdurch entstandenen Erdrindemassen bildeten nun das zu mächtigen Gebirgshaufen emporgetriebene Magazin, aus welchem die Natur durch die Atmosphärilien und das Wasser im zweiten Zeitraume der Erdrindeschöpfung die Massen darstellte, welche die im ersten Zeitraume entstandenen Gebirgsinseln umgürteten und die zwischen ihnen liegenden Meeresräume auszufüllen strebten. Im dritten Zeitraume endlich mußten die, in den beiden vorigen Zeiträumen entstandenen, Erdrindemassen das Material liefern, mittelst dessen die Natur die nun noch leeren oder mit dem Oceane erfüllten Lücken und Räume im Complexe der Ländergebiete auszufüllen und das Reich des

§. 446. Oceanes immer mehr zurückzudrängen sucht. Das erste Entwickelungszeitalter der Erdrinde war demnach die Schöpfungszeit der, nur aus krystallinischen Gesteinsmassen bestehenden, Urgebirgsinseln; das zweite Zeitalter rief die zum Theil aus krystallinischen, zum Theil aus klastischen Gesteinen gebildeten und zwischen den Urinseln lagernden, Gebirgs- und Bergländer hervor; und das dritte Zeitalter schuf die, bis zum gegenwärtigen Ocean hinreichenden, Hügel- und Tiefebenenländer. Und in diesem Zeitalter steht der Erdkörper noch gegenwärtig.

Wirft man nun einen Sammelblick auf alle die Erdrindebildungen der Gegenwart, so wird man zunächst bemerken, daß die Natur

1) zur Erzeugung aller jetzt noch entstehenden Erdrindemassen nur die schon vorhandenen Ablagerungen als Bildungsmaterialien benutzt;

2) diese Materialien theils durch die chemisch wirkenden Atmosphärenstoffe, theils durch das Wasser, im ersten Falle also chemisch und heimlich, im zweiten aber mechanisch und gewaltsam verarbeitet, und daß demgemäß die durch chemische Agentien hervorgerufenen Veränderungen der Erdrinde nur ganz allmählich, die durch mechanisch wirkende Gewalten aber erzeugten Schöpfungen mit einem Male und in bedeutendem Umfange hervortretende sind.

Man wird sodann aber auch finden,

1) daß bei weitem die meisten Veränderungen der Erdoberfläche einen kleinen Anfang haben und nur local erscheinen, aber dadurch, daß die verändernden Potenzen immer wiederkehren und immer wieder an der einmal in Angriff genommenen Erdrindenstelle wirthschaften, eine immer weiter um sich greifende und am Ende große Landesgebiete umfassende Erdrindenveränderung hervorrufen;

2) daß alle Veränderungen, welche noch in der Gegenwart an den Landesmassen vor sich gehen, bezwecken, die Gebirge zu erniedrigen und allmählich ganz abzutragen, die Schluchten, Thäler und alle Unebenheiten der Erdoberfläche auszufüllen, eine über die ganze Erdoberfläche sich erstreckende Ebene darzustellen und auch eben so das unermeßliche Bett des Oceanes in diese Ebenenlandes-Bildung hineinziehen. Würden die Veränderungs-Potenzen dieses letzte Ziel erreichen, dann würde der Ocean alles bis jetzt bestehende Land unter seinen Fluthen vergraben und dann — wäre die Alluvialperiode und mit ihr alles gegenwärtige auf dem Lande Bestehende zu Ende und es würde eine neue Schöpfungsperiode beginnen.

Bei der Bearbeitung des Diluviums und Alluviums sind außer den [illegible] im Text angegebenen Schriften noch hauptsächlich folgende Werke und [illegible] lungen benutzt worden:

Beyrich: „Ueber die Ablagerungen bei Rixdorf im [illegible] der deutschen geolog. Gesellsch. S. 648 u. ff., B. [illegible]

Eck: Abhandlung zur geolog. Specialkarte von [illegible]

Erdmann: Exposé des formations quat[illegible] holm 1868.

v. Helmersen: „Studien über die Wanderblöcke und die Diluvialgebilde Rußlands.“ Petersburg 1869. — „Bericht über die in den Jahren 1872 bis 1876 in den Gouvernements Grodno und Curland ausgeführten geolog. Untersuchungen ꝛc.“ §. 446.

Kjerulf: Jagttagelser over den postpliocene eller glaciale formation i en del af det sudlige Norge 1860. — Om skuringsmärker, glacialformationen, terrasser og strandlinier etc. I. Grundfjeldet 1871. II. Sparagmitfjeldet 1873. Christiania. — Erläuterungen zur Uebersichtskarte der Glacialformationen ꝛc., in der Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft, S. 609, 1863. — Ueber Terrassen in Norwegen ꝛc., Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellsch., S. 1 u. ff., 1870.

Keilhau: „Die Hebung Skandinaviens im Edinburg. n. phil. Jahrb. 1836.

v. Könen: Ueber einige Aufschlüsse im Diluvium bei Berlin. Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellsch. S. 25, 1866.

Laspeyres: Erläuterung zur geolog. Specialkarte von Preußen. 1874.

Lenormant: Geschichtliche und archäologische Studien. I. Bd. S. 3–45. Jena 1875.

Meyn: Geognostische Beobachtungen in dem Herzogthum Schleswig-Holstein. Altona 1848. — „Geologische Beschreibung der Hamburger Hallig.“ Zeitschrift der deutschen geolog. Ges., S. 20, 1872.

Ferd. Römer: Ueber die Diluvial-Geschiebe von nordischen Sedimentärgesteinen ꝛc. Zeitschr. der deutschen geolog. Ges. im 14. Bd., S. 575–637.

E. Schmidt: Ueber einen Menschenschädel aus dem (alluvialen) Süßwasserkalk bei Greußen in Thüringen. Zeitschr. d. deutschen geol. Ges. 1867; — Menschenreste im Diluviallehm bei Jena. Zeitschr. 1868.

Schumann; Geologische Wanderungen durch Altpreußen. Königsberg 1869.

Senft: Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitgebilde. — Lehrbuch der Gesteins- und Bodenkunde. — Berlin 1877.

Studer: Lehrbuch der physikalischen Geographie.

Zittel: Aus der Urzeit. München 1872.

Bemerkung. Den so höchst interessanten und wichtigen „Report of the United states geological Survey of the territories“ u. s. w. von F. V. Hayden, Washington 1873, 1874 und 1875, bekam der Verfasser leider erst dann, als der größere Theil seines Manuscriptes schon gedruckt war.

Anhang:

Geognostische Werke, welche bei der Bearbeitung der Synopsis, namentlich der Atmosphäro-, Hydro- und Petrographie, benutzt worden sind.

a. Handbücher der Geognosie.

Dana, J. D.: Manual of geology. 2. ed. Philadelphia and London 1875.

Hann, v. Hochstetter u. Pokorny: Allgemeine Erdkunde. 2. Aufl. Prag 1875.

v. Hauer, F.: Die Geologie und ihre Anwendung auf die Kenntniß der Bodenbeschaffenheit der österr.-ung. Mon. Wien 1875.

Leonhard, G.: Grundzüge der Geognosie und Geologie. 3. Aufl. Leipzig und Heidelberg 1874.

Lyell, Sir Charles: Principles of geology. 11. ed. London 1872. — Elements of geology.

Murchison, R.: Siluria. 3. ed. London 1859.

Naumann, C. F.: Lehrbuch der Geognosie. 1. Aufl. 2 Bde. Leipzig 1850 bis 1854; 2. Aufl. 3 Bde. (3. Bd. unvollendet). 1858—72.

Phillips, J.: A Manual of Geology. London 1858.

Studer, B.: Geologie der Schweiz. 2 Bde. Bern u. Zürich 1851 u. 1853.

Ule, O.: Die Erde und die Erscheinungen ihrer Oberfläche. Eine physische Erdbeschreibung nach E. Reclus. Leipzig 1874.

Credner: Elemente der Geologie. Leipzig, Engelmann 1872.

Bischof, G.: Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie. 2. Aufl. 3 Bde. 1863—66.

---

b. Literatur zur Petrographie.

(Erklärung: Z. d. g. Ges. = Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft; — N. Jbrb. = Neues Jahrbuch der Mineralogie. — Jahrb. d. g. R.-A. = Jahrbuch der geologischen Reichs-Anstalt. — Pogg. Ann. = Poggendorf's Annalen).

1. Allgemeines.

Blum, J. R.: Handbuch der Lithologie oder Gesteinslehre. Erlangen 1860.

v. Cotta, B.: Die Gesteinslehre. 2. Aufl. Freiberg 1862.

Kenngott, A.: Elemente der Petrographie. Leipzig 1868.

v. Lasaulx, A.: Elemente der Petrographie. Bonn 1875.

v. Leonhard, K. C.: Charakteristik der Felsarten. 3 Bde. Heidelberg 1823 und 1824.

Senft, F.: Classification und Beschreibung der Felsarten. Breslau 1857.

Winkler, G.: Die Gesteinslehre. München 1864.

Zirkel, F.: Lehrbuch der Petrographie. 2 Bde. Bonn 1866.

Daubrée: Etudes et expériences synthétiques sur le métamorphisme et sur la formation des roches crystallines. Paris 1860.
v. Dechen, H.: Die nutzbaren Mineralien und Gebirgsarten im deutschen Reiche. Berlin 1873.
Delesse: Etudes sur le métamorphisme des roches. Paris 1861. Zahlreiche Aufsätze im Bull. d. l. soc. géol. d. Fr. und Ann. d. min.
Fischer, H.: Kritische mikroskopisch-mineralogische Studien. Freiburg 1869. 1. Forts. 1871, 2. Forts. 1873.
Friedrich, O.: Die mikrosk. Unters. d. Gesteine. Dresden 1875.
Gümbel, C. W.: Die paläolithischen Eruptivgesteine des Fichtelgebirges. München 1874.
Petersen: Untersuchungen über die Grünsteine. N. Jahrb. 1872.
Rammelsberg, C. F.: Handb. der Mineralchemie. 2. Aufl. Leipzig 1876.
v. Richthofen, F.: Die natürliche Gliederung und innere Zusammensetzung der vulcanischen Gesteine. Z. d. g. G. 1868, 1869.
Rosenbusch, H.: Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien. Stuttgart 1873.
Roth, J.: Die Gesteinsanalysen in tabellarischer Uebersicht. Berlin 1861.
Roth, J.: Beiträge zur Petrographie der plutonischen Gesteine. Berlin 1869. Forts. 1873.
Senft, F.: Die Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildungen. Leipzig 1862.
Senft, F.: Die krystallinischen Felsgemengtheile. Berlin 1868.
Tschermak, G.: Quarzführende Plagioklasgesteine. Wien 1867.
Tschermak, G.: Beobachtungen über die Verbreitung des Olivin in den Felsarten. Wien 1867.
Tschermak, G.: Die Porphyrgesteine Oesterreichs aus der mittleren geologischen Epoche. Gekr. Preisschr. Wien 1869.
Vogelsang, H.: Ueber die Systematik der Gesteinslehre. Z. d. g. Ges. 1872.
Vogelsang, H.: Philosophie der Geologie und mikroskopische Gesteinsstudien. Bonn 1867.
Zirkel, F.: Mikroskopische Untersuchungen über die glasigen und halbglasigen Gesteine. Z. d. g. Ges. 1867. — Mikrosk. Structur der Leucite und die Zusammensetzung der leucitführenden Gesteine. Z. d. g. Ges. 1868. — Ueber die Verbreitung mikrosk. Nepheline. N. Jahrb. 1868.
Zirkel, F.: Die mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine. Leipzig 1873.

---

2. Literatur zu den gemengten krystallinischen Gesteinen (S. 469–576).

Granit (S. 471).

Delesse: Sur la protogine des Alpes, Bull. d. l. soc. géol. (2) VI, 1849; sur le pegmatite d'Irlande, ibid. (2) X, 1853. — Recherches sur le granite. Paris 1866.
Fuchs: Der G. d. Harzes u. seine Nebengest. N. Jahrb. 1862.
Hausmann: Bildung des Harzgeb. Göttingen 1842. — N. Jahrb. 1852.
v. Hochstetter: G. v. südl. Böhmerwald. Jahrb. d. g. R.-A. 1855.
v. Inkey: G. v. Ungarn. Monh. d. ung. geol. Ges. 1875.
Jokély: Zinngranit d. böhm. Erzgeb. Jahrb. d. g. R.-A. 1857; G. v. Böhmen, ebendas. 1855, 1858.
Lossen: G. vom Bodethal. Z. d. g. Ges. 1874.
Naumann: G. d. Kreuzbergs bei Karlsbad. N. Jahrb. 1866.
Prölß: G.-Gebiet von Eibenstock. N. Jahrb. 1869.
v. Richthofen: Syenitgr. v. Brixen. Geogn. Beschr. v. Südtyrol 1860.
Rose: Ueber den Granit. Z. d. g. Ges. 1849.
Scheerer: G. v. Altenberg u. Bobritzsch. Z. d. g. Ges. 1862; G. v. Karlsbad. B.- u. Hüttm.-Ztg. 1864.

Stelzner: Die G. v. Geyer u. Ehrenfriedersdorf. Freiberg 1865.
Streng: G. v. Schlesien, Heidelberg, Harz, Tatra. Pogg. Ann. 1853; G. v. Kyffhäuser. N. Jahrb. 1867.
Zirkel: Mikrosk. Struct. d. G. Sitzungsber. d. Ak. Wien 1847; — G. d. Pyrenäen. Z. d. g. Ges. 1867.

Gneiß (S. 481).

v. Andrian: Rother u. grauer G. aus Böhmen. Jahrb. d. g. R.-A. 1863.
Credner: Granitgn. v. Oberkärnthen u. Salzburg. N. Jahrb. 1850; — Hornblendegn. ebendas.
Delesse: Protogingn. d. Alpen. Bull. d. l. soc. géol. (2) VI.
de Beaumont, Elie: Graphitgn. v. d. Vogesen. Explic. d. l. c. géol. d. l. France. I. 310.
Fournet: Cornubianit. Mém. sur la géol. entre le Valais et l'Oisans. 29.
Gümbel: G. d. bayer. Waldgeb. Bavaria 1861.
Harvey Holl: G. d. Malvern Hills Qu. journ. of the geol. soc. 1865.
v. Hochstetter: Oligoklasgn. Novarareise 1861. I. 324.
Jokély: G. v. mittleren Böhmen. Jahrb. d. g. R.-A. 1855, 1857.
Lossen: G. v. Taunus. Z. d. g. Ges. 1867.
Naumann: G. v. Frankenberg in Sachsen. N. Jahrb. 1873.
Peters: Hornblendegn. v. Oberösterreich. N. Jahrb. 1853.
v. Rath: G. v. Graubündten. Z. d. g. Ges. 1858.
Scheerer: G. von Sachsen. N. Jahrb. 1843, 1854; Bericht über analytische Gesteinsunters. Freiberg 18 8, 1861, 1862. Z. d. g. Ges. 1862.
Websky: Cordieritgn. v. Kupferberg. Z. d. g. Ges. 1853.

Richter: Thüringische Porphyroide. Programm. Saalfeld 1871.
Lossen: Die Porphyroide des Harzes. Z. d. g. Ges. 1875.

Granulit (S. 488).

v. Cotta: Granitgänge im G. N. Jahrb. 1851. — v. Cotta u. Naumann: Geogn. Beschr. Sachsens.
Czjzek: G. v. Mölk. Jahrb. d. g. R.-A. 1853.
Gümbel: G. v. d. Oberpfalz. Correspondenzblatt d. zool.-min. Ver. Regensburg 1854, 7.
v. Hochstetter: G. v. Böhmerwald. Jahrb. d. g. R.-A. 1854.
Puton: G. v. d. Vogesen. Bull. d. l. soc. géol. (2) IV. 1847, 1395; — Rozet: Desgl. ebendas. 1834, 136.
Scheerer: Genesis des G. N. Jahrb. 1873.
Stelzner: Unters. im Gebiete d. sächs. Granulitgebirges. N. Jahrb. 1871.
Zirkel: Analyse von G. Pogg. Ann. 1864.

Felsitporphyr (S. 491).

Credner: Kugelp. vom Regenberg. N. Jahrb. 1841.
Daubrée (Vogesen): Descr. géol. du dép. du Bas-Rhin 1852, 42.
v. Dechen: F. d. Lennegegend. Karst. Arch. 1845, 367. Verhandl. d. nat. Ver. d. preuß. Rheinl. u. Westph. 1855, 191.
Delesse (Morvan): Ann. d. min. 1849, 233; — (Elfdalen). Bull. d. l. soc. géol. (2) VII. 1850; — (Vogesen. u. Corf.) ebendas. 1852.
v. Fritsch (Ilmenau): Zeitschr. der deutschen geolog. Gesellsch. 1860.
Hausmann (Elfdalen): Reise d. Skandinavien. V. 199; — (Harz). Bild. d. Harzgeb. Göttingen 1842, 115.
Jokély (mittl. Böhmen): Jahrb. d. g. R.-A. 1855.
Kalkowsky: Die augithalt. F. bei Leipzig. Z. d. g. Ges. 1874.
Kjerulf: Christiania-Silurbecken 1855, 4.

Laspeyres: Die quarzführenden Porphyre von Halle. Z. d. g. Ges. 1864.
Leonhard, G.: Die quarzführenden Porphyre. 2. Aufl. Stuttgart 1854.
Olshausen (Elfdalen): Z. d. g. Ges. 1864.
Peters (südöstl. Ungarn): Sitzungsber. d. Ak. Wien 1861, 440.
v. Richthofen (Tyrol): Z. d. g. Ges. 1856. Geognost. Beschreib. von Südtyrol 1860, 112.
Stingl (Teplitz, Analysen): Wien. Sitzungsber. 1870; 1871.
Streng: Die rothen (129) und grauen (257) quarzführ. Porphyre d. Harzes. N. Jahrb. 1860.
Tschermak: Die Porphyrgesteine Oesterreichs. Wien 1869.
Vogelsang: Kugelp. auf Corsika. Niederrhein. Ges. 1862.
Weiß: Beitr. z. Kenntn. d. Feldspathbildung. Haarlem 1866.
Zirkel (Donnersberg, Kreuznach, Joachimsthal): Sitzungsber. d. Ak. Wien 1863, 328.

Syenit (S. 501).

Geinitz: Orthit in S., Elbthal. Denkschr. d. Isis 1860; — Flußspath in S., Lößnitzgrund. Isisber. 1871.
Groth: Titanit in S., Pennrich bei Dresden. Isisber. 1862; Plauenscher Grund. N. Jahrb. 1866.
Haughton: Die Granite u. S. von Donegal. Qu. journ. 1862; 1864.
Keilhau (Christiania): Gaea Norv. I. 53.
Kjerulf: Analysen. Christiania-Silurbecken 1855, 12.
Kudernatsch (Banat): Sitzungsber. d. Ak. Wien 1857.
Leonhard, G. (Odenwald): Geogn. Skizze Badens 21.
Naumann (Sachsen): Erläuter. z. geogn. Karte Sachsens 1845.
v. Richthofen (Monzoni u. Predazzo): Geogn. Beschr. v. Südtyrol 1866, 144.
Rose: Ueber den Syenit. Z. d. g. Ges. 1849.
Stache (Ditro): Geol. v. Siebenbürgen 1863, 196.
Streng (Analysen): Lehrb. d. chem. Geol. 1. Aufl. II. 930.

Blum: Foyait. N. Jahrb. 1861.
Fellner: Ditroit. Verhdl. d. g. R.-A. 1867.
Fellner: Miascit. Ebendas. 1867.

Syenitporphyr, Minette (S. 505).

Müller: Ueber d. Glimmertrapp des Erzgeb. N. Jahrb. 1865.
Pauly: Ueber Minette u. Glimmerporphyrite. N. Jahrb. 1863.
Delesse: Ann. d. min. (5) X. 1856. Compt. rend. 1857.
Daubrée: Descript. géol. du dép. du Bas-Rhin. Strasbourg 1852.
Naumann: Erläut. z. geogn. Karte von Sachsen. Bd. 1, Heft 2.
Voltz: Topograph. Uebers. d. Miner. d. beiden Rheindep. Straßburg 1828.

Trachytische Gesteine (S. 509, 514). (R. = Rhyolith.)

Höfer: Beiträge z. Kenntn. der Tr. in Siebenbürgen. Jahrb. d. g. R.-A. 1866.
Prölß: Beiträge z. Kenntn. der Tr. N. Jahrb. 1866.
Szabó: Tr. u. R. von Tokaj. Jahrb. d. g. R.-A. 1866.
v. Richthofen: Studium aus d. ung.-siebenb. Trachytgeb. Mitgetheilt in der g. R.-A. 1860. Wien 1861.
Abich: Vulcan. Erscheinung. 1841.
Andrae (R. v. Gleichenberg: Steyermark): Jahrb. d. g. R.-A. 1855.
Bunsen (R.-Analysen, Island): Pogg. Ann. 1851.
v. Dechen: Führer ins Siebengebirge 106, 86.
Fiedler (Milo u. Antimilo): Reise durch Griechenland. II. 387 u. 448.
v. Hauer (R. v. Ungarn): Jahrb. d. g. R.-A. 1859.
Hoffmann (R. v. d. lipar. Inf.): Pogg. Ann. 1832.

Kjerulf (R. v. Island): Ann. d. Chem. u. Pharm. 1852.
v. Rath: Beiträge z. Kenntn. d. T. d. Siebengeb. Bonn 1861; — (R., Euganeen). Z. d. g Ges. 1864.
v. Richthofen (R. v. Ungarn-Siebenb.): Jahrb. d. g. R.-A. 1861.
Sartorius v. Waltershausen (R., Island): Vulcan. Gest. v. Sic. u. Isl.
Stache (R. v. Siebenbürgen): Geol. Siebenbürgens 1863, 56.
Zirkel in Preyer's u. Z.'s Reise nach Island 1862; — mikrosk. Untersuch. v. Quarztr. Sitzungsber. d. Ak. Wien 1863; — petrogr. Unters. über rhyol. Gest. d. Taupo-Zone. Wien 1864. Domit. — v. Buch: Geogn. Beob. auf Reisen. II. 243. Kosmann: Z. d. g. Ges. 1864.
Lewinstein: Pogg. Ann. 1856.
Genth: Krablit. Ann. d. Chem. u. pharm. 1853.
Rusegger: Mühlsteintr. N. Jahrb. 1840.
Abich (Monte Olibano): Vulcan. Erschein. 1841, 30; (Arso auf Ischia) 42; (Drachenfels) 29.
v. Dechen: Geogn. Führer ins Siebengebirge 66, 82; Z. d. g. Ges. 1865.
Fischer (Kaiserstuhl): Bericht der natf. Ges. in Freiburg i. Br. II. 408.
Gerhard (Drachenfels): Z. d. g. Ges. 1862.
Hartung: Die Azoren 1860, 97.
Rammelsberg (Drachenfels): Z. d. g. Ges. 1859.
v. Rath (Drachenfels): Beitr. z. Kenntn. d. Siebengeb. 1861; (Euganeen): Z. d. g. Ges. 1864; (Monte Amiata): Ebendas. 1865.
Roth (Eifel): Mitscherlich, die vulcan. Erschein. d Eifel 1865, 10.
Stache u. v. Hauer: Geol. v. Siebenbürgen 1863, 66, 63.
Tasche (Rabertshausen): N. Jahrb. f. Min. 1852.
Szabó: Die Amphiboltrachyte der Matra in Centralungarn. Verhdl. d. g. R.-A. 1869.

Phonolith (S. 516).

Bořický: Petrogr. Studien an d. Ph.-Gesteinen Böhmens. Prag 1874.
v. Dechen (Westerwald): Z. d. g. Ges. 1865.
Emmons (Belay u. Westerwald): Ausz. im N. Jahrb. 1875.
Fischer (Hegau): Ber. der natf. Ges. z. Freiburg i. Br. II. 1862.
v. Fritsch: Geologie des Hegau. N. Jahrb. 1865.
Jokély (Böhmen): Jahrb. d. g. R.-A. 1858.
Möhl: Ueber die Phonolithe. N. Jahrb. 1874.
Rammelsberg (Böhmen u. Rhön, Analysen): Z. d. g. Ges. 1862; (Mont Dore): ebendas. 1868.
v. Rath (Zittau): Z. d. g. Ges. 1856.
Redtenbacher (Böhmen): Pogg. Ann. 1839.
Rose (Tripolis): Z. d. g. Ges. 1851; (Kostenblatt): ebendas. 1854.
Schmid (Rhön): Z. d. g. Ges. 1853.
Struve (Böhmen): Pogg. Ann. 1826.
Zirkel (Selberg i. d. Eifel): Z. d. g. Ges. 1859; mikrosk. Zusammens. d. Ph.: Pogg. Ann. 1867.

Diorit (S. 523).

Credner (Thür. W.): N. Jahrb. 1843.
Fuchs (Roßtrappe): N. Jahrb. 1862.
v. Hochstetter (Böhmerwald): Jahrb. d. g. R.-A. 1855.
Jokély (Böhmen): Jahrb. d. g. R.-A. 1855.
Keibel (Harz): Z. d. g. Ges. 1857.
König: Ueber einige Diorite. Z. d. g. Ges. 1868; über Diorite. N. Jahrb. 1868.
Massieu (Bretagne): Compt. rend. 1864.
Nöggerath (Kürenz bei Trier): Niederrhein. Ges. Bonn 1856.
v. Rath (Graubündten): Z. d. g. Ges. 1857.
v. Rath: Ueber den Tonalit. Z. d. g. Ges. 1864.

v. Richthofen (Klausen): Geogn. Beschr. v. Südtyrol 1860, 111. 115.
Rivière (Westfrankr.): Bull. d. l. soc. géol. (2) 1844. I. 528.
Rose in Pogg. Ann. 1835; Reise n. d. Ural. II. 561.
Streng (Kyffhäuser): N. Jahrb. 1867.
Websky (Kupferberg): Z. d. g. Ges. 1853.
Zickendraht: Der Kersantit von Langenschwalbach. Ausz. i. N. Jhrb. 1875.
Zirkel: Der Kersanton. Sächs. Ak. d. Wiss. 1875.
Der Ophit wird abgehandelt im
Bull. d. l. soc. géol. 1863 (Noguez, Leymeric); 1865—1866 (Noguez); 1868 (Garrigou); 1869 (Musy).
Compt rend. 1862 (Raulin); 1865 (Leymeric, Noguez).
L'Institut 1863 (Virlet d'Aoust); 1865 (Noguez).
Z. d. g. Ges. 1867 (Zirkel).

Vogelsang: Der Kugeldiorit auf Corsika. Niederrhein. Ges. 1862.

Melaphyr (S. 530).

Bäntsch (Ilfeld): Abh. d. natf. Ges. z. Halle 1858.
Boricky: Böhm. M. d. Dyasperiode. Verhdl. d. g. R.-A. 1876.
Delesse (Spilite d. westl. Alpen): Ann. d. min. (5) XII. 1857; (Oberstein): ebendas. (4) XVI. 1849.
v. Fritsch (Ilmenau): Z. d. g. Ges. 1860.
Girard (Ilfeld): N. Jahrb. 1858.
Haarmann (mikr. Unters.): Z. d. g. Ges. 1873.
Höfer (niedere Tatra): N. Jahrb. 1871.
Jenzsch (Zwickau): Z. d. g. Ges. 1858.
Kenngott (niedere Tatra): N. Jahrb. 1872; Palatinit v. Nordheim in der Pfalz: Z. d. g. Ges. 1870.
Kjerulf: Christiania-Silurbecken 20, 28.
de Lapparent (Südtyrol): Ann. d. min. (6) VI. 1864.
Laspeyres: Palatinit. Berlin 1867.
Naumann: N. Jahrb. 1845; (Ilfeld) 1860.
Nöggerath (Mandelbildung): Haidinger's natw. Abhandl. III. 1. Abth. 93, 2. Abth. 147.
Porth (Böhmen): Jahrb. d. g. R.-A. 1860.
v. Rath (Predazzo): Verhdl. d. natf. Ver. d. Rheinprov. XX. 7.
v. Richthofen: Sitzungsber. d. Ak. Wien. Bd. 27 u. 34; Z. d. g. Ges. 1856; geogn. Beschr. v. Südtyrol 1860, 161.
Römer (Liebenau): N. Jahrb. 1858.
Rose (Ilfeld): Z. d. g. Ges. 1859.
Schmid (Mombächler Höfe): Pogg. Ann. Bd. 119.
Senft (Thür. W.): Z. d. g. Ges. 1858.
Streng (Ilfeld): Z. d. g. Ges. 1858, 1859, 1861; die sogen. schwarzen Porphyre von Elbingerode. N. Jahrb. 1860.

Andesit (S. 535).

Abich: Vulcan. Erschein. Unteritaliens. Braunschweig 1841.
v. Dechen: Geognost. Führer ins Siebengebirge 1861, 132; 1862, 92—106; (Nassau): Z. d. g. Ges. 1865.
Doelter: Quarzführ. Andesite in Siebenb. u. Ungarn. Tschermak's mineral. Mitth. 1873.
Prölß (Java): N. Jahrb. 1864.
Rammelsberg (Hekla-laven): Z. d. g. Ges. 1849; (Teneriffa): ebendas. 1853.
v. Rath (Siebengeb.): Z. d. g. Ges. 1860; Beitr. z. Kenntn. d. Trachyte d. Siebengeb. 1861.
v. Richthofen (Formosa): Z. d. g. Ges. 1860; (Ungarn-Siebenb.): Jahrb. d. g. R.-A. 1861.

Roth in Mitscherlich (die vulcan. Erschein. d. Eifel) 1865, 11.
Sandberger (Nassau): Uebers. d. geol. Verh. Nassaus 70.
Sartorius von Waltershausen: Vulcan. Gesteine Siciliens u. Islands 1853, 147, 149.
v. Sommaragua: Ueber die Zusammensetzung der Dacite. Jahrb. d. k. R.-A. 1866.
Stache (u. v. Hauer): Geol. Siebenbürgens 1863, 68, 79.
Streng (Szczawnica): Pogg. Ann. 1853; N. Jahrb. 1853.
Tschermak (Mähren): Jahrb. d. g. R.-A. 1858.
Zirkel (Eifel): Z. d. g. Ges. 1859.

Basaltite (S. 540).

Boricky (Böhmen): Sitzungsber. d. böhm. Ges. d. Wiss. in Prag 1870, I 1871, I, 1872, II; petrograph. Studien an den Basaltgesteinen Böhmens Prag 1873.
Boué (Irl. u. Schottl.): Sitzungsber. d. Ak. Wien 1864.
Bunsen (Irland): Pogg. Ann. 1851.
Deville (Laven von Teneriffa u. Fogo): Z. d. g. Ges. 1853.
Dressel: Die Basaltbildung. Haarlem 1866.
Gmelin in Leonhard's Beitr. z. min. Kenntn. Badens 1853, I, 85.
Hague (Basaltlaven von Kilauea): N. Jahrb. 1865.
Hartung: Die Azoren 1860, 97.
Haughton (Dolerit, Skye): Dubl. qu. journ. of sc. 17, 94; N. Jhrb. 186
Heusser (Dolerit, Meißner): Pogg. Ann. 1852.
Hornstein (Mainthal): Z. d. g. Ges. 1867.
Jokély (böhm. Mittelgeb.): Jahrb. d. g. R.-A. 1858.
Kjerulf (Island): Nyt. mag. f. naturw. VIII, 1855.
Knop (Nephelindolerit, Meiches: Vogelsgeb.): N. Jahrb. 1865.
Kosmann (Auvergne): Z. d. g. Ges. 1864.
Leonhard, G.: Geogn. Skizze Badens. 2. Aufl. Stuttgart 1861, 40.
v. Leonhard, K. C.: Die Basaltgebilde. 2 Bde. Stuttgart 1832.
Möhl (rauhe Alp): Württemb. naturw. Jahreshefte 1874; die B. u. Phonolithe Sachsens. Dresden 1874.
Prölß (Java): N. Jahrb. 1864.
v. Rath (Dol., Euganeen): Z. d. g. Ges. 1864.
Reuß: Umgeb. v. Teplitz u. Bilin 1840, 168.
Sandberger: Ueber Dolerit. Sitzungsber. d. bayer. Ak. d. Wiss. 1873 über Buchonit ebendas. 1872.
Schill (Hegau): N. Jahrb. 1857.
Schmid (Rhön): Pogg. Ann. 89, 1853.
Stache (Siebenbürgen) in „Geol. Sieb. v. St. u. v. Hauer" 1863, 51.
Streng (Dol., Staffa): Pogg. Ann. 89, 1853.
Tschermak (Rautenberg, Mähren): Jahrb. d. g. R.-A. 1857; (Hrosenkau ebendas. 1858.
Zirkel (Eifel): Z. d. g. Ges. 1859; (Schottland) ebendas. 1871; Leucite und leucitführ. Gesteine ebendas. 1868; Unters. üb. d. mikrosk. Zusammens. d Basaltgesteine. Bonn 1870.

Diabasite (S. 554).

Behrens (Mikr. Zus. d. Grünsteine): N. Jahrb. 1871.
Dathe (Mikr. Unters.): Z. d. g. Ges. 1874.
v. Dechen (Labradorporph., Ruhrgegenden): Karst. Arch. 1845; Verhandl. d. nath Ver. d. Rheinl. 1855.
Delesse (variolite de la Durance): Ann. d. min. (4) XVII; (Irland) ebendas. (5) XIII, 1858; (Vogesen) ebendas. (4) XII, 1847.
Hausmann: Bildung des Harzgeb. Göttingen 1842.
Helmersen (Goud. Olonez): Z. d. g. Ges. 1857.

Helmfacker (Almaden): Tschermak's min. Mitth. 1877.
Kayser (D. des Harzes u. seine Contactmetam.): Z. d. g. Ges. 1870.
Kjerulf: Christiania-Silurbecken 1855, 25.
v. Klipstein (Wetzlar, Nassau): Z. d. g. Ges. 1853.
Koch (Grünsteine, Dillenburg u. Herborn): Jahrb. d. Ver. f. Naturkunde in Nassau 1858.
Liebe (Voigtland u. Frankenwald): N. Jahrb. 1870.
Lipold: Augitporph. in Siebenbürgen. N. Jahrb. 1864.
Lossen (Kreuznach): Z. d. g. Ges. 1867; 1869.
Naumann u. v. Cotta: Geogn. Beschr. Sachsens. I, 63; II, 307, 329.
Petersen: Unters. üb. d. Grünsteine. N. Jahrb. 1872.
v. Richthofen (Augitporphyr): Geogn. Beschr. v. Predazzo 1860, 128.
Rose: Ueb. d. Grünsteine. Pogg. Ann. 1835.
v. Rosthorn u. Canaval (Schalstein, Kärnthen): N. Jahrb. 1855.
Sandberger: Die krystallin. Gest. Nassaus 1873.
Schilling: Die Grünsteine genannten Gest. d. Südharzes. Göttingen 1870.
Senfter: Zur Kenntn. der D. N. Jahrb. 1872.
Streng (Westgothland): Z. d. g. Ges. 1858; (Labradorporph., Elbingerode): N. Jahrb. 1860.

Gabbro (S. 561).

Hagge: Mikr. Unters. üb. G. u. verwandte Gest. Kiel 1871.
Hausmann: Bildung des Harzes. Göttingen 1842, 16.
v. Hochstetter (Ronsperg in Böhmen): Jahrb. d. g. R.-A. 1855.
Kjerulf: Christiania-Silurbecken 1855, 23; N. Jahrb. 1862.
Laspeyres (Kreuznach): Z. d. g. Ges. 1867.
Rammelsberg (Radauthal): Z. d. g. Ges. 1859.
Rose: Ueber d. G. Pogg. Ann. 34, 1835; (Neurode): Z. d. g. Ges. 1867.
Sterry Hunt: Am. journ. of sc. (2) XXV; (2) XXVII.
Streng (Harz): N. Jahrb. 1862.
Tschermak (Wolfgangsee): Sitzungsber. d. K. Ak. Wien. Bd. 52.
Websky (Neurode): Z. d. g. Ges. 1864.
Zirkel in: Unger u. Kotschy, die Insel Cypern. Wien 1865, 12.

Fuchs: Schillerfels bei Schriesheim. N. Jhrb. 1864. — Streng (Harz): N. Jahrb. 1862.

---

v. Drasche: Ueber den Eklogit in Tschermak's min. Mittheil. 1871. – Dathe (Sachsen): N. Jahrb. 1876.

Fischer: Ueber den Kinzigit. N. Jahrb. 1861.

Lherzolith (Olivinfels), Dunit, Pikrit (S. 564).

Damour: Ueb. d. Lh. Bull. d. l. soc. géol. 1862.
Dathe: O. von Sachsen. N. Jahrb. 1876.
v. Hochstetter: D. von Neuseeland. Z. d. g. Ges. 1864.
Kjerulf: O. in Norwegen. Verh. d. g. R.-A. 1867.
Petersen: O. von Norwegen. N. Jahrb. 1876.
Rammelsberg: O. von Dreiser-Weiher. Pogg. Ann. 141, 1870.
Sandberger: Ueber O. N. Jahrb. 1866, 1867.
Tschermak: Ueber P. Sitzungsber. d. Ak. Wien. Bd. 53.

Lieber: Itakolumit u. seine Begleiter. Sillim. Journ. 1849. — Edwards: Ueber Z., Proceed. of the Lyceum of Nat. Hist. in the City of New-York. Vol I, 1871.

Glimmerſchiefer (S. 566).

Credner (Alpen): N. Jahrb. 1850.
v. Hauer (Skworetitz in Böhmen): Jahrb. d. g. R.-A. 1855.
v. Hochſtetter (ſüdl. Böhmerwald): Jahrb. d. g. R.-A. 1855.
Kjerulf (Chriſtiania): Nyt. mag. f. naturw. 1855, 173; Biſchof's chem. Geol. 2. Aufl. III, 218.
Klipſtein in Karſt. Arch. XVI, 1842, 702.
Roſe: Reiſe n. d. Ural. II, 533.
Schafhäutl (Paragonit- u. Amphilogitſchiefer): Ann. d. Chem. u. Pharm. 46, 1843, 332, 335.

Urthonſchiefer (S. 571).

Charpentier (Chiaſtolithſch.): Essai sur la constit. géogn. des Pyr. 1823, 193.
Damour (Ottrelitſch.): Ann. d. min. (2) II, 357; N. Jahrb. 1844.
Descloizeaux (Ottr.): Ann. d. min. (4) II, 361.
Gümbel (Ottr., Bayern): Correſpondenzbl. d. zool.-min. Ver. Regensburg 1853, 153.
v. Hochſtetter (Ziegenruckberg in Böhmen): Jahrb. d. g. R.-A. VII, 1856.
Jokély (Böhmen): Jahrb. d. g. R.-A. VI, 1855, VIII, 1857.
Kerſten (Knotenſch.): Journ. f. pr. Ch. XXI, 108; N. Jahrb. 1856.
Kjerulf (Norwegen): Ebendaſ. 1855.
Lipold u. Rolle (Alpen): Jahrb. d. g. R.-A. 1854.
ist (Sericitſch): Ann. d. Chem. u. Pharm. 81, 1852.
Loſſen (Spiloſit u. Desmoſit): Z. d. g. Geſ. 1872; (Oſtharz) ebendaſ. 1869.
Müller (Knotenſch.): B.- u. Hüttenm. Ztg. 1858.
v. Rath (Graubündten): Z. d. g. Geſ. 1857.

Alphabetisches Sachregister zur Geognosie.

Erklärungen: 1) Die Zahlen verweisen auf die Seiten. — 2) Es bedeutet: Petr. = Petrographie, Gest. = Gestein, Felsgthl. = Felsgemengtheil, Ff. = Formationen. — Laurent. = Laurentische F., Huron. = Huronische F, Sil. = Silur, Dev. = Devon, Steink. = Steinkohlenformation, Rothl. = Rothliegendes, Zechst. = Zechsteinform., Buntf. = Buntsandstein, Muschk. = Muschelkalk, Keup. = Keuper, Dog. = Dogger, Krde. = Kreideformationen, Eoc. = Eocänform., Olig. = Oligocänform., Neog. = Neogenform., Tert. = Tertiärformationen, Dil. = Diluvial-, All. = Alluvialformationen.

Seite

A.

Abfälle der Gebirge .. 371
Abhänge der Gebirge. 371
Ablagerungszonen 730
Absetzen der Schichten 683
Absonderung der Gesteine 103
Abstoßen der Schichten 683
Abweichende Schichtenlagerung 692
Acacia, Eoc. 1158, Olig. 1178
Acanthocladia, Zechst. 932
Acanthodes. Rothl. . 911
Accessorische Gemengtheile d. Gest. 383
Acephalen..... 793
Acer, Olig. 1178, Neog. 1201
Aceratherium, Tert..1134
Acerineen, Krde. 1062
Achat i. Gest. 495; 531; 532; 897
Achen, Wirkung derf. 131; 166
Acidaspis 796, Sil. 816
Acorus, torfbildend .. 208
Acrodus, Keup. 968, Lias 1003
Acrolepis, Zechst.... 933
Actinocrinus, Steink. 882
Actinocyclus, Krde...1062
Adlereier, Keup. 965
Adulargranit 473
Aequatorialstrom ...80; 82
Aequivalente, geogn... 721
Aestuarien..... 170
Affen, Tert.... 1134
Afrika, Gliederung.... 358
Agelacrinus, Dev... 833
Agnostus, Sil..... 812
Aktinolith s. Strahlstein.
Aktinolithschiefer..... 458
Alabaster..... 437
Alactaga, Dil. 1259
Alaun, Bildg. 12; in Quellen 31, Flüssen 43, Torf 200, in Gest. 416; 595; 654; 670, Ausscheidg. aus vulc. Quellen..... 26
Alaunfels..... 587
Alaunschiefer, Petr. 595, Sil. 803, Steink. 855; 857
Alaunthon, Petr. 654, Olig. 1174
Alaunwasser..... 31
Alben..... 602
Albereſſe, Krde. 1056, Eoc. 1156
Albertia, Buntf. ... 948
Albien 1084
Albit i. Gest.....458; 573
Aldeby beds, Neog..1209
Alethopteris, Steink. 878, Rothl. 910, Lias 998
Algen, torfbildend 205; 208, (Raseneisenbildung)..... 223
Alkalien, humussaure, Einfluß 39; 190; 396, — kieselsaure..... 37
Alluvialformationen, Alluvium.....1260
Alm..... 602
Almandin i. Granit .. 474
Alnus, Olig. 1178, Neog..... 1201
Alpengletscher..... 242
Alpenseen, Vermoorung 208; 212
Alpines Eocän.....1154
Alpine Trias..... 979
Alter rother Sandstein.....824; 827
Alunitfels..... 587
Alveolites, Sil. 811, Dev. 833
Amblypterus 797, Steink. 884, Rothl. 911
Amerika, Gliederung 358, Reliefverh.... 376
Amethyst i. Gest. 495; 532; 543; 609
Ammergau, Kalkschiefer von, weiß. Jura....1038
Ammonitenkalk, Lias.. 998
Ammonitenschichten, alpin. Trias..... 981
Ammonites 792; 1001, Trias 983; 985, Lias 1001, Dog. 1014; 1026, weiß. Jura 1031, Krde.....1068
Ammonshörner.....1001
Amorphes Gefüge.... 385
Amphibol s. Hornblende.
Amphibolite, Felsgthle. 519
Amphibolitfels..... 458
Amphibolitgesteine 519
Amphicyon, Tert. . 1134
Amphilogitschiefer..... 569
Amphion. Sil. 812
Amphistegina, Neog. 1198

Seite
Amphitherium, Dog. 1014
Amphotere Gesteine... 526
Amphoterolithe..... 526
Amplexus, Steink... 881
Ampullaria, Eoc. ...1160
Amygdaloidisches Gefüge 386
Analcim i. Phonolith. 517
Anamesit 542
Ananchytes, Krde...1064
Anatas i. Glimmerschiefer 568
Ancillaria, Ol. 1181, Neog.....1203
Ancyloceras, Krde. .1070
Andalusit i. Gest. 474; 483; 568
Andesin i. Andesit.... 535
Andesit..... 535
Andesitausbrüche..... 308
Andrias, Tert. 1179
Andromeda, Eoc. 1158, Olig. 1178
Angulatenschichten, Lias 1007
Anhydrit (fels), Petr. 434, Umwandl. i. Gyps 86; 110; 435, Steink. 859, Zechst. 920; 925, Muschk. 954, Keup. 965
Anhydritgruppe, Muschk. 954; 959
Anhydrithöhlen 109
Animalithe..... 660
Ankerit i. Eisenspathfels..... 448
Anlagerung der Schichten 692
Anneliden.....773; 814
Annularia, Dev. 831, Steink. 877, Rothl. 910
Anodonta, Steink. 854, Keup. 971
Anomopteris, Buntf. 948, Keup. 967
Anoplotheca, Dev. . 836
Anoplotherium, Tert.1134
Anorganogene s. minerogene Gesteine.
Anorganolithe 378
Anorthit 416, Corsit 527, Enstatitfels 563; 585; 305
Anorthitdiorit..... 527
Antarktisches Meer 58; 60
Anthophyllum, weiß. Jura.....1028
Seite
Anthracit, Petr. 663, Bildg. 218; 862, Sil. 805, Dev. 828, Steink. 861
Anthracosia, alpin. Trias..... 984
Anthracotherium, Tert. 1133
Anthropozoische Periode.....1260
Antiklinaler Schichtenbau..... 692
Antiklinale Thäler.... 138
Antilopen, Tert. 1134, Dil. 1260
Antimonglanz, Zechst.. 917
Apatit i. Gesteinen 457; 474; 483; 523; 530; 536; 541; 542; 545; 560; 749
Apatitfels..... 439
Aphanit..... 423
Apiocrinus, Dog. 1015, weiß. Jura 1028, Krde. 1064
Aplit..... 473
Apophyllit i. Gest. 505; 517
Apophysen 695
Aporrhais, Olig. 1165, Neog. 1205, Dil...1228
Aptien 1084
Aptychus, weiß. Jura 1038, Krde.....1077
Aquitanische Stufe, Tert. 1139; 1200
Aragonit, Bildg. 114, i. Gest...448; 474; 543
Araucaria, Steink... 881
Araucarites, Steink. 881, Olig. 1178
Arca, Zechst. 932, Olig. 1180, Neog. 1199; 1203
Archaeocidaris, Steink. 882
Archaeopteryx, weiß. Jura 1027
Archegosaurus Rothl. 911
Arctocyon, Tert. ...1149
Arcuatenkalk, Lias.... 998
Arenicolites, Cambr. 773
Aresche, Mergel von, Lias 1007
Argile plastique et lignite, Eoc. 1149
Argile schisteuse... 596
Argiope, Olig. 1179
Arietenkalk, Lias 1007
Arietiten, Lias.....1001
Seite
Arkose..... 607
Arktische Strömung... 81
Arktisches Meer 58, Treibhölzer..... 154
Arlberger Kalke, alp. Trias..... 984
Aromia, Olig 1179
Arsenerze i. Gest. 383, in azoischen Gängen 782
Arsenikalkies i. Serpentin..... 455
Arsenkies, Laurent. 753, Huron. 772
Arsenkobaltkies, Laurent. 753
Arthrophycus, Sil.. 809
Arvicola, Dil. 1259
Asaphus, Sil. 816
Äsar, Dil. 1215; 1236
Asbest i. Gest 455; 457; 474
Ascension..... 705
Asche, vulcanische, Petr. 636, Bildg. 290, i. d. Atm.....10; 11
— dolomitische, Zechst. 919
Aschenkegel..... 289
Aschenregen..... 295
Asien, Gliederung 357, Reliefverh..... 375
Asphalt, Laurent. 755, Steink. 874, weiß. Jura 1023
Asphaltkalkstein, Krde..1058
Asphaltsteine, weiß. Jura.....1023
Aspidorhynchus, weiß. Jura 1031
Aspidura, Muschk. .. 956
Asplenites, Keup.... 967
Astarte, Lias 999, Dog. 1015, weiß. Jura 1030, Olig. 1179, Neog. 1205
Asterias, Sil..... 815
Asterolepis, Dev. .. 842
Asterophylliten, Dev. 831, Rothl..... 910
Asterophyllites, Steink. 877
Asti-Stufe, Tert 1141
Astmoose, torfbildend, . 207
Astraea 183, Muschk. 956, weiß. Jura 1028, Krde. 1063
Astraeospongia, Sil. 816
Astylospongia, Sil. 816
Atlantischer Ocean 58, Tiefe 60, Fluthwellen 78, Strömungen... 8

Seite

Atmosphäre 5 ff, phys. Eigensch. 5, Gestalt u. Höhe 6, Bestandtheile 6, geol. Bed.. 10
Atmosphärologie..... 5
Atolls..... 185
Atrium der Vulcanberge..... 288
Atrypa, Sil..... 817
Aturia, Eoc.....1145
Au, Kalkstein von, Dog.....1043
Auberson, roche d', Krde.....1077
Aufgesetzte Gebirge... 369
Aufhäufungsgebilde... 92
Auflagerung der Schichten..... 692
Aufrichtung der Schichten..... 684
Aufrichtungsthäler.... 139
Aufthun der Gänge.. 706
Augengneiß..... 482
Augit, Zersetzung 400, Felsgthl. 382; 417, Melaphyr 530, Andesit 535, Basaltite 540, Diabasite 554; 305; 517; 585; 748
Augitandesit..... 537
Augitfels..... 459
Augitporphyr, Petr. 557, alp. Trias.... 987
Augitporphyrtuff..... 591
Augitreiche Felsarten.. 538
Aulocopium, Sil.... 811
Aulopora, Dev..... 833
Ausfüllung der Seen 46; 167. 200
Ausgehen, zu Tage, der Schichten..... 683
Auskeilen..... 683
Auskeilende Spalten.. 695
Auslaugungsproducte 397; 399
Auslaugungsrückstände 397; 399
Ausnagungsthäler.... 372
Ausseeschichten, alp. Trias..... 981
Australien, Gliederung, 359
Austrocknungsspalten, durch Eruptivgesteine ausgefüllt.....98; 695
Auswaschungsgebilde.. 92
Auswaschungsthäler 372, Bildg..... 136
Auswürflinge, vulcanische 287; 299; 308, Petr..... 634
Auswurfskegel..... 287
Auvergne, Olig.....1166
Avicula, Zechst. 932, Keup. 968, Lias 999, Krde 1083, Eoc...1146
Avicula contorta-Zone, Trias 969; 979; 986
Axinit i. Glimmerschiefer..... 568
Axinus, Olig.....1180
Aymestry-Kalkstein, Sil..... 822
Azoische Formationen 742—783

B.

Bäche..... 42
Backkohlen..... 665
Bactrites, Dev..... 833
Bactryllium, alp. Trias..... 984
Baculitenmergel, Krde.1096
Baculites, Krde. 1070
Badener Tegel, Neog.1198
Baggertorf..... 195
Bagshotsand, Tert..1146
Bairdienkalk, Muschk.. 960
Balanus, Neog.....1198
Balingen, Mergel von, Lias.....1007
Bandporphyr..... 493
Bandschiefer, Grauwacke-Ff..... 851
Banksia. Eoc.....1158
Bären, Tert. 1134, Dil.....1258
Barmstein, Kalkstein des, weiß. Jura..1038; 1046
Barrancos 284
Barren.....164; 171
Bartonsand, Tert. ...1146
Bartonstufe, Tert. ...1139
Bartonthon, Tert. ...1147
Barytcarbonat i. Quellen..... 32
Barytharmotom i. Melaphyr..... 531
Barytspath, Petr. 438, Gänge i. d. az. Ff... 782
Basalt, azoische Ff. 779, Grauwacke-Ff. 847, Steink. 873, Buntf. 947, Muschk. 955, weiß. Jura 1043, Tert.....1120
Basaltausbrüche..... 308
Basaltbreccie..... 592
Basaltconglomerat.... 588
Basaltdecken.....309; 550
Basaltfindlinge..... 643
Basaltgänge.....97; 551
Basaltjaspis, Petr. 655, Olig.....1174
Basaltische Lava..... 301
Basaltit..... 530
Basaltite..... 540
Basaltites..... 542
Basaltkegel.....309; 551
Basaltmandelstein 543; 546
Basaltmauern..... 97
Basaltporphyr....543; 546
Basaltsäulen 105; 144; 553
Basaltströme..... 551
Basalttrappgänge im weiß. Jura.....1042
Basalttuff..... 588
Basaltwacke..... 543
Basanit..... 542
Bassinförmiger Schichtenbau..... 688
Bastkohle..... 669
Bath.....1021
Bathometer..... 59
Bathoolith, Dog. 1012;1017
Bathybius..... 182
Baulit..... 511
Bayeux-Formation...1010
Bazas, Muschelsand von, Olig.....1167
Beauce, calcaire de, Olig.....1166
Beauchamps, grès de, Eoc.....1152
Belemniten 1002, Lias 1002, Dog. 1014, weiß. Jura 1031, Krde.....1068
Belemnitenmergel, Lias 1005
Belgien, Eoc. 1147, Olig.....1167
Bellerophon 794, Sil. 812, Dev. 836, Steink..... 883
Belonite..... 385
Belvedere-Schichten, Neog.....1199
Bembridge-Etage, Olig.1163
Berge.....363; 364
Bergeinstürze..... 92
Bergkalkstein, Steink.. 858
Bergketten..... 364

Seite

Bergkrystall i. Gest. 437; 495; 532; 600, i. Porphyrkugeln 493; 897
Bergmehl, Petr. 469, Zechst. 919
Bergschlüpfe 92; 119; 1284
Bergstürze.....123; 1284
Bergzersprengungen... 123
Bergzout..... .. 431
Bernstein...198; 437; 670
Bernsteinerde.....1186
Bernsteinführende Ablagerungen des Samlandes 1120; 1186
Beryll i. Gest. 383; 474; 483; 748, Dil. 1239
Besteg.....681; 703; 707
Betula, Olig. 1178, Neog.....1202
Beutelthiere, Trias 968; 992, Tert. 1134, Dil. 1259
Beyrichia, Sil..... 816
Biarritz, Eocän, ...1154
Biber, Tert. 1134, Dil.....1259
Biegsamer Quarz.... 565
Bildungsräume, geologische, ... 721
Bildungszeitalter, geologische,..... 730
Biloculinen i. d. Tiefsee 182
Bimsstein, Petr. 861, Bildg. 304, Tert...1120
Bimssteinconglomerat. 587
Bimssteingerölle..... 635
Bimssteintuff..... 586
Binnenlandswasser, stehende..... 44
Binnenmeere..... 59
Binnenseebildungen, diluviale.....1241
Binnenseen s. Seen.
Binsen, torfbildend ... 192
Biotit s. Magnesiaglimmer.
Bison, Dil.....1259
Bittersalz s. Magnesiasulfat.
Bittersalzwasser..... 31
Bitterspath i. Gest. 446; 455; 457; 474; 568
Bitumen, Bildg. 189, i. Torf 198, i. Anhydritfels 434, i. Schieferthon 596, Laurent.....750; 755
Bituminöse Kohle.... 664
Bituminöser Anhydrit 434, Gyps 437, Mergelschiefer 597, Töpferthon..... 655
Bituminöses Holz 668, Bildg..... 218
Blackband, Petr. 449, Steink. 861
Blackriver-Kalkstein, Sil..... 823
Blasenförmiger Schichtenbau 687
Blasenräume, Ausfüllung ders.,..... 402
Blasiges Gefüge..... 387
Blastoideen, Sil. 815, Dev. 835, Steink. . 881
Blatta, Steink..... 884
Blätteriges Gefüge... 388
Blättermolasse, Olig. 1192, Neog.....1203
Blättersandstein, Tert. 1115
Blatterstein..... 556
Blattersteine..... 387
Blättertorf..... 193
Blegekridt, Krde....1059
Blegny, Kalkstein von, Lias.....1007
Bleiglanz, Laurent. 754, Huron. 772, Sil. 806, Dev. 828, Grauwacke-Ff. 853, Steink. 863; 874, Zechst. 917; 925, Buntf. 945, Muschk..... 955
Blende s. Zinkblende.
Blennius vulgaris.. 164
Blicken..... 173
Blöcke, Petr. 640, Transport u. Ablagerung ders. durch Fließwasser 157, durch Gletscher u. Eisinseln §§. 78; 429 bis 434.
— erratische s. Erratische; fluviatil-glaciale 1225, glasirte, Olig. 1173, vulcanische, Petr..... 635
Bodenbewegung bei Erdbeben 311
Böhmer Becken, Tert. 1200
Bohnerze, Petr. 450, Krde. 1060, Tert. .1119
Bojische Gneißformation..... 758
Bolderien, Tert.....1140
Boll, Schiefer von, Lias 1007
Bomben, vulcanische, Petr. 635, Bildg.. 290; 304
Bonebed, Petr. 662, Keup.....968; 979
Bonifaciuspfennige, Dev..... 835
Boracit i Gyps 437, mit Steinsalz..... 923
Boraxseen..... 49
Bordeaux, Olig., ...1167
Borkholm-Schicht, Sil. 882
Borsäure, von Vulcanen exhalirt 298, i. d. Atm..... 9
Borsonia, Olig. 1180
Borstengras s. Nardus stricta.
Bos, Dil..... .1260
Botanik als Hülfswissenschaft..... 2
Bouteillen..... 118
Bouteillenstein..... 304
Bovey, lignite and clay of, Olig.....1162
Bracheux, Sand von, Tert.....1149
Brachiopoden..... 788
Bracklesham-Sand, Tert. 1146; 1147
Brackwasserbildungen.. 170
Brackwasserformationen 720
Bradfordclay, Dog. 1012; 1017
Brand, Steink..... 863
Brandmergel, Sil.... 822
Brandschiefer, Petr. 597, Steink 857, Rothl. 899, Lias..... 997
Brauneisenerz (fels), Petr. 450, Entstehung 222; 451, Ablager. in Seen 48, Sil. 806, Dev. 829, Steink. 860; 874, Zechst. 924, Muschk. 955, Lias 998, Dog. 1011, Krde.....1054
Braune Juraformation.....1010
Braunit, Rothl..... 908
Braunkohle, Petr. 668, Bildg.....218; 1125
Braunkohlenzeit s. Tertiärformationen.
Braunspath i. Melaphyr 531, Stein
Breccien, halbl

Seite

hydrogene 605, pyrogene.. .....585; 591
Brie, calcaire de, Olig.....1165
Bröckelschutt..... 640
Brommagnesium im Meere 64, Seen... 48
Bromnatrium i. Quellen 32, Meere.... 64
Bronteus, Sil. 817, Dev..... 833
Brontozoum, Trias. 992
Bronzit i. Gest. 455; 544
Brüche..... 50
Buccinum, Olig. 1180, Neog.....1199
Buchensteiner Kalke, alp. Trias..... 981
Buchonit..... 548
Buchstein..... 615
Bucklandia, Dog. ..1014
Bulla, Eoc. 1160, Olig.....1180
Bumelia, Eoc. 1158, Olig. 1178, Neog..1205
Bunkerde 196; 217, Petr..... 659
Bunte Mergel, Buntsf. 946, Keup..... 964
Bunte Mergelgruppe, Keup..... 968
Buntkupferkies, Zechst. 917
Buntsandstein, eigentlicher,..... 950
Buntsandsteinformation..... 943
Busen..... 59

C.

Calamagrostis, torfbildend,..... 208
Calamarien, Steink... 877
Calamiten, Dev..... 831
Calamites, Steink. 877, Rothl. 910, Buntsf. 948, Dog.....1013
Calamopora, Sil. 816, Dev. 835, Steink.. 881
Calcaire..... 441
Calcaire à hélices, Olig. 1166, — à polypiers. Dog. 1045, — grossier, Eoc. 1117; 1151, — houiller, Steink. 858, — lacustre moyen,

Seite

Olig. 1164, supérieur 1166, — laedonien, Dog.....1045
Calcareous grit, Dog. 1018, weiß. Jura..1039
Calceola, Dev..... 834
Calceolakalkstein, Dev.. 840
Calceolaschiefer, Dev.. 844
Calciferous sandstone, Steink..... 859
Calcit s. Kalkspath.
Calcitbildung..... 114
Calderen..... 284
Callitris, Eoc. 1157, Olig.....1178
Calluna vulgaris, (Torfbildg.)193; 207, (Raseneisenbildg.) 223; 224
Calopterus, Trias . 992
Calymene, Sil. 976; 816
Camaropharia, Zechst. 932
Cambrische Formation, System. .773; 799
Campiler Schichten, alp. Trias..... 982
Campylodiscus im Torf 198, Kieselguhr..... 182
Canäle..... 59
Cancellaria, Olig. 1179, Neog.....1207
Canis, Tert. 1165, Dil.....1258
Cannelkohle... 664
Caprina, Krde. 1066
Caprotina. Krd. 1066
Caprotinenkalk, Krde. .1076
Carbonate, Löslichkeit 29, i. Quellen 31, Entstehung aus Silicaten.....13; 36
Carbonate of Lime 441
Carbonathalite..... 441
Carbonatwasser..... 31
Carboniferous limestone, Steink..... 858
Carboniferous system..... 854
Carbonische Formation..... 854
Carcharodon, Olig. 1167
Cardinia, Keup. 971, Lias..... 999
Cardinienſandstein, Keup..... 971
Cardiola, Sil. 817, Dev..... 833

Seite

Cardita, alp. Trias 984, Eoc. 1143, Olig 1180, Neog..1199
Carditaschichten, alp. Trias..... 985
Cardium. Trias 979; 986, Krde. 1068, Eoc. 1152, Olig. 1179, Neog. 1198; 1203
Carex, torfbildend,... 192
Carnallit mit Steinsalz 432, Zechst.... 923
Carneol i. Gest. 943; 531
Carnivorenbreccie.... 617
Carpinus, Olig. 1178, Neog.....1204
Caryocystides, Sil.. 815
Cassia, Eoc. 1158, Olig. 1178, Neog..1201
Cassianer Schichten, alp. Trias..... 983
Cassis, Eoc.....1143
Castor, Tert. 1134, Dil. 1259
Catskill-Gruppe, Dev. 843
Caturus, weiß. Jura.1031
Caulerpites, Zechst. 930, Krde.....1062
Caulopteris, Buntsf. 948
Cavernöses Gefüge... 387
Celastrus, Eoc. 1158, Olig. 1178, Neog..1203
Cellepora, Krde. 1065, Neog.....1198
Cenoman.....1085
Centralketten..... 367
Cephalaspis, Dev... 797
Cephalophoren..... 793
Cephalopoden..... 790
Ceratites 792; 1001, Trias 942, Buntsf. 949, Muschk. 958, alp. Trias....982; 985
Ceratopetalum, Eoc 1158
Ceratophyllum, torfbildend..... 192
Cereis, Neog. 1203
Ceriopora, Krde. ...1065
Cerithienkalk, Petr. 445, Tert.....1118
Cerithiensandstein, Tert. 1115
Cerithium, Lias 999, Krde. 1083, Eoc. 1143, Olig. 1180, Neog. 1198; 1204; 1205
Cernans, Mergel von, Lias.....1007
Cervus, Dil.....1259

Seite
Chabasit i. Phonolith. 517
Chalcedon i. Gest 495; 531; 543
Chalkformation 1048
Chama, Eoc. 1143, Olig. 1179
Chara, torfbildend 192, Olig. 1163
Château, groupe du, Krde. 1077
Cheirurus, Sil. 816, Dev. 833
Chelydra, Tert. 1179
Chemie als Hülfswissenschaft 2
Chemnitzia, Steink. . 883
Chemung-Gruppe, Dev. 843
Chiastolithschiefer, Petr. 572, Dev. 828
Chillesford beds, Neog. 1209
Chirotherium, Buntsandst. 949
Chloraluminium i. Seen 48
Chlorammonium (Salmiak) i. Quellen... 32
Chlorcalcium i. Quellen 32, Seen 48, Meere 180
Chloridwasser.... 31
Chlorit, Zersetzung 400, als Felsgthl. 382; 417, Granit 472; 474, Gneiß 483, Chloritschiefer 457, Itakolumit 565; 571; 573; 495; 505; 523; 565; 568; 749; 770
Chloritgneiß.... 483
Chloritschiefer, Petr. 457, Laurent. 744, Huron. 766
Chlorkalium i. Quellen 32, Meere 63, i. Meere abgesetzt.... 180
Chlorlithium i. Quellen 32, i. Seen.... 48
Chlormagnesium in Quellen 31, Meere 63, Seen 48, i. Meeren abgesetzt.... 180
Chlormagnesiumwasser. 31
Chlormetalle, Bildg. an Vulcanen.... 298
Chlornatrium s. Steinsalz.
Chlorwasserstoffsäure, von Vulcanen exhalirt 298, i. d. Atm. ... 9
Chondrites, Sil. 809, Lias 999, weiß. Jura 1026, Krde. 1062, Eoc.....1156
Chonetes, Sil. 817, Steink..... 882
Chromeisenerz i. Gest. 455; 456; 564
Chrysotil i. Serpentin 455
Chthonotektonik.... 678
Cidaris, Muschk. 956, weiß. Jura 1029, Krde. 1064, Eoc...1154
Cinnamomum, Eoc. 1158, Olig. 1178, Neog.....1201
Cipit, Kalksteinschichten von, alp. Trias ... 983
Circus, vulcanischer .. 285
Cirripedien, Krde.....1071
Chlathropteris. Keup. 967, Lias..... 998
Clausilia, Neog.....1203
Clay..... 653
Clinkstone..... 516
Clinton-Gruppe, Sil. 823
Clymenia 791, Dev. 837
Clymenienkalk, Dev... 841
Clymenienschichten, Dev. 845
Clypeus, Dog.....1015
Cnemidium, weiß. Jura 1028
Coccolithen i. d. Tiefsee 182
Coeloptychium, Krde. 1063
Coenites, Sil..... 816
Cölestin an vulcanischen Quellen 25, Muschk. 955
Cölnische Erde..... 669
Columbella, Neog...1204
Colutea, Neog.....1204
Conchiferen 794
Conchylienkalkstein, weiß. Jura 1024
Concordante Schichtenlagerung..... 690
Conferven, torfbildend, 195; 205; 208
Congeria, Neog. 1199; 1205
Congerienkalk 1118, — thon 1116, — tegel 1199
Congerienstufe, Tert...1200
Conglobated limestone, Zechst..... 929
Conglomerate, Begriff 410; 577
— einfach gemengte 611, ganzklastische hydrogene 609; 611, halbklastische hydrogene 605, mehrfach gemengte 614, mergelige 611, monogene 898, polygene 898, pyrogene 585, thonige..... 611
— in den verschied. Ff. 716, Laurent. 748, Sil. 827, Steink. 855, Dev. 827, Rothl. 897; 614, Zechst. 916, Krde. 1051, Tert...1114
Conglomeratisches Gefüge..... 410
Conglutinate, neopyrogene 586, paläopyrogene 589, pyrogene 585
Conocardium, Steink. 882
Conocephalites, Sil. 812
Contactgänge..... 707
Contactgesteine, metamorphische, Grauwacke-Ff.... 850
Continentale Inseln... 354
Continentalvulcane ... 266
Continente 353, abs. u. mittl. Höhe..... 360
Conularia, Sil.....812
Conus, Eoc. 1143, Olig. 1180, Neog.....1199
Copitzer Grünsandstein, Krde.....1092
Coralrag, Dog. 1012; 1018, weiß. Jura 1039
Corbicula, Neog....1204
Corbiculaschichten 1205
Corbis, Eoc.....1149
Corbula, Weald. 1036, Eoc. 1143, Olig. 1164, Neog.....1207
Corbulaschichten, Olig. 1164
Cordierit i. Granit... 474
Cornbrash, Dog.....1017
Corniferous limestone, Dev..... 842
Cornubianit 482; 828
Cornulites. Sil..... 812
Coronatenkalk, Dog...1021
Corsit..... 527
Coscinodiscus, Krde. 1062
Crag, Neog.....1208
Craie tuffeau, Krde. 1058
Crania, Krde.....1065
Crassatella, Eoc. 1149; 1160, Olig. 11
Crednerien, Krde. ...
Cretaceous g
Crinoidenkalk,

Seite
Krde.....1070
.....1267
ius, Sil . 817
Dev.... 833
s, Dev... 833
Steink.... 884
Eoc.....1149
otte, Sand
.....1150
ion..... 855
acke..... 888
t..... 859
e, All. ...1264
xylum,
.....1178
inus, Dev. 836
t. 465; 483; 488
ia, Sil.
nk 881
us, Steink.
st..... 932
i. d. Tiefsee 182
llum, Sil.
835, Steink. 881
Lias..... 998
eink. 859,
078, Eoc.
.....1228
Krde.....1064
, Dev. 831,
..... 878
i, Eoc.
g.....1164
orfbld. 192; 207
Eoc. 1143,
.....1180
a, Olig...1179
Dev. 796;
.....1198
hiefer, Dev.
nk..... 886
Eoc.....1149
eink. 859,
a.....1026
e, Olig...1174
teink. 884,
), Olig...1163
iten, Olig.
1192; 1193
im, Sil. . 816
793, Sil.
37, Steink. 883
Sil. 815,
..... 835
chst..... 933
Eoc. 1143,
79, Neog.
.....1228

D.

Dachfläche der Schichten 691
Dachflötz, Zechst..... 916
Dachkloß, Zechst 928
Dachschiefer, Petr. 595, Sil. 801, Dev..... 825
Dachsteinkalk, alp. Trias 986
Dacit..... 536
Dadocrinus, Muschk. 956, alp..... 983
Dalbergia, Eoc. 1158, Olig.....1178
Dalmanites, Sil. ... 816
Dammerde..... 658
Dammriffe..... 185
Damourit i. Gest. 474, Glimmerschiefer 566; 762; 571; 765
Dämpfe, vulcanische,.. 296
Darg 193; 201, Dil. 1253
Datolith i. Melaphyr. 532
Decken, vulcanische, 309; 697
Deckenlager 697
Deistersandstein, Krde. 1076
Deleffit i. Gest.. 530; 571
Delphine, Tert.....1134
Delphinula, Olig....1180
Deltaländer..... 165; 168
Deltas..... 165; 168
Dendrerpeton, Steink..... 885
Dentalienkalk, Muschk. 960
Dentalium, Zechst. 933, Muschk. 958, Dog. 1019, Krde. 1097, Neog.....1199
Descenſion..... 703
Desmin i. Phonolith . 517
Desmosite, Grauwacke-Fs..... 851
Devonische Formation..... 824
Diabas, Petr..... 555
Diabasaphanit..... 556
Diabasbreccie... 590; 592
Diabasconglomerat... 591
Diabasfindlinge..... 642
Diabasite, Petr. 554, azoische Fs. 779, Sil. 804, Dev. 827; 847, Steink..... 873
Diabasmandelstein.... 556
Diabasporphyr..... 557
Diabassandstein 591
Diabasschiefer..... 557
Diabastuff..... 590
Diadema, weiß. Jura 1029
Diallag, Zersetzung 400, Felsgthl. 382; 417, Andesit 538, Gabbro 561; 455
Diallagandesit..... 538
Diallage-Rock..... 561
Diallaggabbro..... 562
Diamant i. Itakolumit 566, Tapanhoancanga 608, Dil... ...1239
Diatomeen i. d. Tiefsee 182, i. Torf 198, Krde..... 1062
Diceras, weiß. Jura. 1030
Dicerascalk, weiß. Jura 1033
Dichroit i. Gneiß.... 483
Dichroitgneiß. 745
Dichtes Gefüge.. 385; 389
Dickhäuter, Tert. 1133, Dil.....1260
Dictyonema, Sil... 809
Didelphis, Tert.....1165
Dielstein..... 586
Diestien, Tert.....1140
Dilatatasschichten, weiß. Jura 1039
Diluvialblöcke 1220
Diluvialfluth.....1214
Diluvialformationen, Diluvium,.....1210
Diluvialkies-, sand-, thon.....1228
Dimyarier, Sil..... 810
Dinotherium, Tert...1134
Diopsid i. Chloritschiefer 457, Olivinfels.... 564
Diorit, Petr. 523, azoische Fs. 779, Grauwacke-Fs. 847, Steink. 873
Dioritaphanit..... 525
Dioritfindlinge..... 642
Dioritgesteine..... 520
Dioritporphyr..... 525
Dioritschiefer..... 524
Diplocteniun, Krde. 1064
Diprotodon, Dil....1259
Dirtbeds, weiß. Jura 1026
Disaster, weiß. Jura 1029
Discina, Sil..... 813
Discolithen i. d. Tiefsee 182
Discordante Schichtenlagerung..... 690
Dislocationsbreccien.. 592
Dislocationsspalten... 137
Disthen i. Gest. 383, Granit 474, Eklogit 563
Disthenfels..... 563
Ditroit..... 502

Seite
Divergente Gebirgsgliederung 366
Dodonaea, Olig. ...1178
Doggerformation ..1010
Dolerit s. Basaltite.
Dolmen 1267
Dolomit (fels), Petr. 446, Auflösung und Wiederabsetzung 35; 111; 115, i. d. verschied. Ff. 719, Huron. 771, Sil. 804, Dev. 826, Grauwacke-Ff. 849, Steink. 859, Rothl. 899, Zechst. 919, Buntf. 946, Muschk. 954, Keup. 965, Lias 998, Dog. 1013, weiß. Jura 1024, Krde. 1058
Dolomitbreccie 605
Dolomithöhlen .. 111; 115
Dolomitische Asche im Zechst. 919
Dolomitischer Kalkstein s. Kalkstein.
Dolomitischer Sandstein 625
Dolomitmergel 658
Dolomitsand 447
Dolomitspath, Bildg. 36, Gesteinsräume ausfüllend 37, auf Gängen 700, i. Gest. 437; 448; 474; 665
Domanik 597
Domanikkalk, Dev.... 844
Domit 512
Domvulcane 285
Donnerkeile s. Belemniten.
Driftbildungen 1220
Driftströmungen 83
Dromatherium, Trias 992
Druidensteine 478
Drusiges Gefüge 387
Dryandroides, Neog. 1201
Dryopithecus, Tert. 1134
Duckstein 444; 541; 586; 602
Dünen .. 11; 173; 1236
Dünensand 179
Dunitfels. 456; 564
Dünnschliffe. 413
Durchgreifende Lagerung 694
Durchkreuzen der Gänge 707
Durchnagungsthäler .. 133
Dyasformationen 891—936

Seite
Dykes 98
Dysodil 669

E.

Ebbe u. Fluth 73, Wirkungen 147
Echiniten, Dog. 1015, weiß. Jura 1028, Krde. 1064
Echinolampas, Eoc. .1154
Echinosphaerites, Sil. 815
Eckigkörniges Gefüge .. 409
Ecluse, roche d', Krde. 1077
Edelsteinseifen, Dil. ...1239
Eger-Elbe-Becken, Tert. 1200
Eichhorne, Tert. 1134
Eifelkalkstein, Dev. 844
Eimbeckhäuser Plattenkalke, Weald. 1036
Einfache Gänge .. 698; 701
Einfache hydrogene klastische Gesteine. 409; 594
Einfache Kammgebirge 367
Einfache krystallinische Gesteine ..... 430—469
Einfache Vulcanberge 279; 291
Einhufer, Tert. 1134, Dil. 1260
Einknickung der Schichten 39; 688
Einknickungsthäler 138
Einsenkung der Schichten 688
Einsenkungsthäler 372
Einzelvulcane 267
Eis, ewiges, s. Gletscher.
Eisbuckelgrünsande, Krde. 1092
Eisenblüthe 448
Eisenconglomerat 220
Eisenerzbildung in Wasserbecken 225
Eisenerze, Laurent. 754, Huron. 772, auf Gängen d. azoischen Ff. 782, Sil. 806, Dev. 828, Steink. 860; 874, Rothl. 908, Zechst. 923, Buntf. 945, Lias 998, Krde. 1060
— oolithische, Lias 998, Dog. 1011, Krde. ..1058
Eisenerzfelsarten 447
Eisenglanz i. Gest. 416; 448; 772; 483; 495; 505; 512; 532; 568; 594; 596, Rothl. 908, Dil. ...1239
Eisenglimmer i. Granit 472, Gneiß 383, Glimmerschiefer 566; 762; 532
Eisenglimmergneiß 483
Eisenglimmerschiefer ... 569
Eisengranit 473
Eisenkalk, Dog. 1021
Eisenkalkoolith, Dog. .1011
Eisenkalkstein, Petr. 445, Zechst. 925
Eisenkies i. Gest. 416, i. Torf 200; 437; 448; 455; 458; 465; 466; 474; 495; 503; 505; 555; 560; 568; 572; 587; 595; 598; 600; 749
— Laurent. 753, Huron. 772, Dev. 828, Steink. 857; 863; 874, Lias 998, Dog. 1011, Krde. 1054
Eisennieren 450
Eisenoolith, Dog. 1011; 1012
Eisenoxydul, quellsaures, i. Seen 48
Eisenoxydulcarbonat (Eisenspath) i. Quellen 31, i. Flüssen.. 43
Eisenoxydulsulfat s. Eisenvitriol.
Eisenrahm i. Gest. 495; 532
Eisenrogenstein, Petr. 449; 450; 220, Sil. 806, Dog. 1011, — rother 453
Eisensand 648
Eisensandstein, Dog. ..1011
Eisenschüssige Braunkohle 670
Eisenschüssiger Sandstein 623, Schieferletten 597, Thon 654; 453
Eisenspath, Lösung und Wiederabsetzung 36; 448, Hohlräume ausfüllend 37, Bildg. 222, auf Gängen 700, Steink. 863, Zechst. 924, i. Gest. 416; 474; 531; 541; 600
Eisenspathfels, Petr. 448, Sil. 806, Grauwacke-Ff. .....
Eisenthon 41
Eisenvitriol i. D

Seite
Crioceras, Krde.....1070
Cromlechs.....1267
Crotalocrinus, Sil. 817
Cryphaeus, Dev.... 833
Ctenocrinus, Dev... 833
Ctenodus, Steink.... 884
Cucullaea, Eoc.....1149
Cuise-Lamotte, Sand von, Tert.....1150
Culmformation..... 855
Culmgrauwacke..... 888
Culmkalkstein..... 859
Culturschichte, All. ...1264
Cupressinoxylum, Olig.....1178
Cupressocrinus, Dev. 836
Cyanit i. Gest. 465; 483; 488
Cyathaxonia, Sil. 811, Steink 881
Cyathocrinus, Steink. 882, Zechst..... 932
Cyatholithen i. d. Tiefsee 182
Cyathophyllum, Sil. 816, Dev. 835, Steink. 881
Cycadites, Lias..... 998
Cyclas, Steink. 859, Weald. 1078, Eoc. 1149, Dil 1228
Cycloites, Krde. 1064
Cyclopteris, Dev. 831, Steink..... 878
Cyclostoma, Eoc. 1152, Olig.....1164
Cyperaceen, torfbld. 192; 207
Cypraea, Eoc. 1143, Olig.....1180
Cypricardia, Olig...1179
Cypridina, Dev. 796; 838, Neog.....1198
Cypridinenschiefer, Dev. 844, Steink..... 886
Cyprina, Eoc.....1149
Cypris, Steink. 859, weiß. Jura 1026
Cyprisschiefer, Olig...1174
Cyrena, Steink. 884, Eoc. 1143, Olig. ..1163
Cyrenenschichten, Olig. 1192; 1193
Cyrtiphyllum, Sil. . 816
Cyrtoceras 793, Sil. 817, Dev. 737, Steink. 883
Cystideen, Sil. 815, Dev..... 835
Cythere, Zechst..... 933
Cytherea, Eoc. 1143, Olig. 1179, Neog. 1199, Dil. 1228

D.

Seite
Dachfläche der Schichten 691
Dachflötz, Zechst..... 916
Dachflotz, Zechst 928
Dachschiefer, Petr. 595, Sil. 801, Dev..... 825
Dachsteinkalk, alp. Trias 986
Dacit..... 536
Dadocrinus, Muschk. 956, alp..... 983
Dalbergia, Eoc. 1158, Olig.....1178
Dalmanites, Sil. ... 816
Dammerde..... 658
Dammrisse..... 185
Damourit i. Gest. 474, Glimmerschiefer 566; 762; 571; 765
Dämpfe, vulcanische,.. 296
Darg 193; 201, Dil. 1253
Datolith i. Melaphyr. 532
Decken, vulcanische, 309; 697
Deckenlager 697
Deistersandstein, Krde. 1076
Delessit i. Gest.. 530; 571
Delphine, Tert.....1134
Delphinula, Olig....1180
Deltaländer..... 165; 168
Deltas..... 165; 168
Dendrerpeton, Steink..... 885
Dentalienkalk, Muschk. 960
Dentalium, Zechst. 933, Muschk. 958, Dog. 1019, Krde. 1097, Neog.....1199
Descension..... 703
Desmin i. Phonolith . 517
Desmosite, Grauwacke-Ff..... 851
Devonische Formation..... 824
Diabas, Petr..... 555
Diabasaphanit..... 556
Diabasbreccie... 590; 592
Diabasconglomerat... 591
Diabasfindlinge..... 642
Diabasite, Petr. 554, azoische Ff. 779, Sil. 804, Dev. 827; 847, Steink..... 873
Diabasmandelstein.... 556
Diabasporphyr..... 557
Diabassandstein 591
Diabasschiefer..... 557
Diabastuff..... 590
Diadema, weiß. Jura 1029
Diallag, Zersetzung 400, Felsgthl. 382; 417, Andesit 538, Gabbro 561; 455
Diallagandesit..... 538
Diallage-Rock..... 561
Diallaggabbro..... 562
Diamant i. Itakolumit 566, Tapanhoancanga 608, Dil... ...1239
Diatomeen i. d. Tiefsee 182, i. Torf 198, Krde..... ...1062
Diceras, weiß. Jura. 1030
Diceraskalk, weiß. Jura 1033
Dichroit i. Gneiß.... 483
Dichroitgneiß. 745
Dichtes Gefüge.. 385; 389
Dickhäuter, Tert. 1133, Dil.....1260
Dictyonema, Sil... 809
Didelphis, Tert.....1165
Dielstein..... 586
Diestien, Tert.....1140
Dilatatasschichten, weiß. Jura 1039
Diluvialblöcke 1220
Diluvialfluth.....1214
Diluvialformationen, Diluvium,.....1210
Diluvialkies-, sand-, thon.....1228
Dimyarier, Sil..... 810
Dinotherium, Tert...1134
Diopsid i. Chloritschiefer 457, Olivinfels.... 564
Diorit, Petr. 523, azoische Ff. 779, Grauwacke-Ff. 847, Steink. 873
Dioritaphanit..... 525
Dioritfindlinge..... 642
Dioritgesteine..... 520
Dioritporphyr..... 525
Dioritschiefer..... 524
Diploctenium, Krde. 1064
Diprotodon, Dil....1259
Dirtbeds, weiß. Jura 1026
Disaster, weiß. Jura 1029
Discina, Sil..... 813
Discolithen i. d. Tiefsee 182
Discordante Schichtenlagerung..... 690
Dislocationsbreccien.. 592
Dislocationsspalten... 137
Disthen i. Gest. 383, Granit 474, Eklogit 563
Disthenfels..... 563
Ditroit..... 502

Seite
Divergente Gebirgsgliederung 366
Dodonaea, Olig. ...1178
Doggerformation...1010
Dolerit s. Basaltite.
Dolmen.....1267
Dolomit (fels), Petr. 446, Auflösung und Wiederabsetzung 35; 111; 115, i. d. verschied. Ff. 719, Huron. 771, Sil. 804, Dev. 826, Grauwacke-Ff. 849, Steink. 859, Rothl. 899, Zechst. 919, Buntsf. 946, Muschk. 954, Keup. 965, Lias 998, Dog. 1013, weiß. Jura 1024, Krde.....1058
Dolomitbreccie..... 605
Dolomithöhlen .. 111; 115
Dolomitische Asche im Zechst..... 919
Dolomitischer Kalkstein s. Kalkstein.
Dolomitischer Sandstein 625
Dolomitmergel..... 658
Dolomitsand..... 447
Dolomitspath, Bildg. 36, Gesteinsräume ausfüllend 37, auf Gängen 700, i. Gest. 437; 448; 474; 665
Domanik..... 597
Domanikkalk, Dev.... 844
Domit..... 512
Domvulcane..... 285
Donnerkeile s. Belemniten.
Driftbildungen 1220
Driftströmungen..... 83
Dromatherium, Trias 992
Druidensteine..... 478
Drusiges Gefüge..... 387
Dryandroides, Neog.1201
Dryopithecus, Tert.1134
Duckstein 444; 541; 586; 602
Dünen .. 11; 173; 1236
Dünensand 179
Dunitfels. 456; 564
Dünnschliffe..... 413
Durchgreifende Lagerung 694
Durchkreuzen der Gänge 707
Durchnagungsthäler .. 133
Dyasformationen 891—936

Seite
Dykes.. 98
Dysodil..... 669

E.

Ebbe u. Fluth 73, Wirkungen..... 147
Echiniten, Dog. 1015, weiß. Jura 1028, Krde.....1064
Echinolampas, Eoc..1154
Echinosphaerites, Sil..... 815
Eckigkörniges Gefüge.. 409
Ecluse, roche d', Krde.1077
Edelsteinseifen, Dil....1239
Eger-Elbe-Becken, Tert.1200
Eichhorne, Tert.....1134
Eifelkalkstein, Dev.... 844
Eimbeckhäuser Plattenkalke, Weald.....1036
Einfache Gänge..698; 701
Einfache hydrogene klastische Gesteine. 409; 594
Einfache Kammgebirge 367
Einfache krystallinische Gesteine..... 430—469
Einfache Vulcanberge 279; 291
Einhufer, Tert. 1134, Dil.....1260
Einknickung der Schichten..... 39; 688
Einknickungsthäler.... 138
Einsenkung der Schichten 688
Einsenkungsthäler 372
Einzelvulcane..... 267
Eis, ewiges, s. Gletscher.
Eisbuckelgrünsande, Krde.....1092
Eisenblüthe 448
Eisenconglomerat..... 220
Eisenerzbildung in Wasserbecken..... 225
Eisenerze, Laurent. 754, Huron. 772, auf Gängen d. azoischen Ff. 782, Sil. 806, Dev. 828, Steink. 860; 874, Rothl. 908, Zechst. 923, Buntsf. 945, Lias 998, Krde. 1060
— oolithische, Lias 998, Dog. 1011, Krde...1058
Eisenerzfelsarten 447
Eisenglanz i. Gest. 416; 448; 772; 483; 495; 505; 512; 532; 568; 594; 596, Rothl. 908, Dil....1239
Eisenglimmer i. Granit 472, Gneiß 383, Glimmerschiefer 566; 762; 532
Eisenglimmergneiß.... 483
Eisenglimmerschiefer... 569
Eisengranit..... 473
Eisenkalk, Dog..... 1021
Eisenkalkoolith, Dog. .1011
Eisenkalkstein, Petr. 445, Zechst..... 925
Eisenkies i. Gest. 416, i. Torf 200; 437; 448; 455; 458; 465; 466; 474; 495; 503; 505; 555; 560; 568; 572; 587; 595; 598; 600; 749
— Laurent. 753, Huron. 772, Dev. 828, Steink. 857; 863; 874, Lias 998, Dog. 1011, Krde.....1054
Eisennieren..... 450
Eisenoolith, Dog. 1011; 1012
Eisenoxydul, quellsaures, i. Seen 48
Eisenoxydulcarbonat (Eisenspath) i. Quellen 31, i. Flüssen.. 43
Eisenoxydulsulfat s. Eisenvitriol.
Eisenrahm i. Gest. 495; 532
Eisenrogenstein, Petr. 449; 450; 220, Sil. 806, Dog. 1011, — rother..... 453
Eisensand..... 648
Eisensandstein, Dog...1011
Eisenschüssige Braunkohle..... 670
Eisenschüssiger Sandstein 623, Schieferletten 597, Thon 654; 453
Eisenspath, Lösung und Wiederabsetzung 36; 448, Hohlräume ausfüllend 37, Bildg. 222, auf Gängen 700, Steink. 863, Zechst. 924, i. Gest. 416; 474; 531; 541; 600
Eisenspathfels, Petr. 448, Sil. 806, Grauwacke-Ff..... 853
Eisenthon 453; 654
Eisenvitriol i. Quellen

Seite
31, i. Flüssen 43, i. Torf 200, Thonschiefer 595
Eisenvitriolwasser 31
Eisfels 430
Eisnadeln 237; 240
Eispyramiden 237
Eiszonen der Diluvialzeit 1213
Eklogit, Petr. 563, azoische Ff. 779
Elaeocrinus, Dev. .. 832
Eläolithsyenit 502
Elateropsis, Keup. .. 968
Elberfelder Kalkstein, Dev. 844
Elen, Dil. 1260
Elephas, Dil. 1260
Ellipsocephalus, Sil. 812
Elsloosschichten, Olig. . 1162
Elymus auf Dünen 178
Emscher Mergel, Krde. 1092
Encrinitenkalk, Steink. 858, Muschk. 954
Encrinurus, Sil. 817
Encrinus, Trias 942; 956
Endmoränen ... 239; 1222
Enstatit als Felsgthl. 382; 455; 564
Enstatitfels 563
Entleerung der Seen .. 46
Entooolithe 602
Eocänformationen . 1142
Eozoon, Laurent. 756
Epichlorit i. d. Diabasiten 554
Epichnellen, Zechsteinformation 926
Epidosit 459
Epidot (Pistazit) i. Gest. 457; 458; 465; 473; 474; 483; 495; 505; 523; 531; 554; 560; 567
Epidotgranit 473
Eppelsheim, Sand von, Neog. 1206
Equiseten, Keup. 967, Lias 998
Equisetites, Buntsf. 948, Dog. 1013
Equisetum, Buntsf. .. 948
Equus, Dil. 1259
Erdbeben 310: Wesen 310, Bodenbewegung 311, Geschwindigkeit, Dauer, Heftigkeit, Verbreitungsgröße 312, Einfluß des ge-

Seite
ognost. Erdrindebaues 314, Ursachen 317, Abhängigkeit von Witterung, Tages- u. Jahreszeiten 317, Sonne u. Mond 321, Vulcanismus 324, unterird. Zusammenbrüchen 328, Wirkungen 332, localer 332, universeller Natur 336, geol. Bed. 347; 684
— eigentliche 331, hydrogene 331, lineare 312, locale 332, plutonische 314, pyrogene 331, rotirende 312, succussorische 311, transversale 312, undulatorische 311, universelle 332, vulcanische 314; 331
Erdbebenmesser 316
Erde, Urzustand, 350; 673; 742
Erdfälle 39; 115; 117; 372; 1284
Erdfallseen 47
Erdfeste, Bestandesmassen 352; 378
Erdigblätteriges Gefüge 409
Erdiger Kalkstein 444
Erdiges Gefüge 389
Erdigstaubiges Gefüge 409
Erdkern, feurigflüssiger Zustand 24, Erstarrung (Krystallisation) der Gluthmassen, dadurch bewirkte Erdhebungen 345; 346
Erdkohle 668; 669
Erdkrumen, mineralische 652, humose 658
Erdmurren 122
Erdoberfläche, Vertheilung von Land und Wasser 58; 353
Erdpech i. Torf 198, Dev. 828
Erdpyramiden 92; 98
Erdrinde, Bau i. Allgemeinen 678, gegenwärtige Veränderungen der Oberfläche durch Wasser 83; 1270, Vulcanismus 332
Erdrindeerschütterungen 331

Seite
Erdschutt 650, Dil. ..1243
Erdtheile 353, versunkene 344
Erdwachs i. Torf 198
Erhebungskrater 287
Erica (Moorhaide), torfbildend, 55, §§. 59; 60; 62.
Erion, Lias 1003
Eriophorum, torfbild. 192
Erosionsbildungen 88 ff. 257, des Regenwassers 92, der Flüsse 124, der stehenden Gewässer 140
Erosionsschutt 152 ff., s. Schuttablagerung.
Erosionsthäler ... 133; 372
Erratische Blöcke 248; 642; 1220
Erschütterungskreis der Erdbeben 312
Erschütterungszone der Erdbeben 312
Erstarrungskruste des gluthflüssigen Erdsphäroids 350
Eruption der Vulcane 262; 293, der Geysirs 26
Eruptionskanal .. 279; 282
Eruptionskegel 280
Eruptionsproducte, mineralische, der Vulcane 299; 308, Wirkungen auf Nebengesteine 391
Eruptivtuffe 591
Eryon, weiß. Jura .. 1027
Erzgänge 698
Erzgesteine 447
Eschara, Krde. 1065, Neog. 1198
Estheria. Keup. 968; 979
Estherienschichten, Keup. 971
Etagen 730
Eucalyptus, Eoc. 1158, Olig. 1178
Eugenia, Olig. 1178
Eugeniocrinus, weiß. Jura 1028
Eulyma, Olig. 1180
Eulysit 564
Eumorphia, Dog. ... 1016
Euomphalus 794, Sil. 817, Dev. 836, Steink. 883
Eupatagus, Eoc. 1143
Euphotide 561
Eurit 490

Seite

Eurite porphyroide 491
Eurite schistoide... 488
Euritporphyr 491
Europa, Gliederung 354, Reliefverh..... 374
Eurypterus, Sil.... 817
Evonymus, Neog....1203
Exhalationsproducte der Vulcane 296, Wirkungen 392
Exogyra, Dog. 1019, weiß. Jura 1030, Krde.....1067
Extooolithe..... 602

F.

Fächerförmige Schichtenstellung 685
Fagus, Olig. 1178, Neog.....1201
Fahlbänder i. Laurent. 753
Fahlerz, Zechst..... 917
Fahnen i. Kalkhöhlen. 113
Fallen der Schichten 691, der Gänge ... 707
Fallinie..... 691
Faltengebirge..... 368
Faltung der Schichten 688
Falunien, Tert.....1138
Faröe, Kalkstein von, Krde.....1056
Fasergyps..... 437
Faseriges Gefüge..... 388
Faserkohle..... 663; 665
Faulthiere, Dil.....1259
Favosites, Dev. 835
Feinkörniges Gefüge.. 387
Feinsand 646
Feldspathbasalt..... 542
Feldspathbasaltite..... 541
Feldspathe als Felsgemthle. 382; 416; 470, Zersetzung 400, i. Granit 471, Gneiß 481, Granulit 488, Felsitfels 490, Felsitporphyr 492, Syenit 501, Syenitporphyr 505, Sanidingesteine 507, Diorit 523, Amphoterolithe 526, Basaltite 540, Diabasite 554, Hyperitgesteine 559, Urthonschiefer 571, Arkose 607; 457; 465; 487; 566; 568, Sand..... 647
Feldspathfreie Felsarten 563
Feldspathhaltige Kieselbreccie 607
Feldspathporphyr..... 557
Feldspathpsammit..... 607
Feldspathreiche Felsarten 470
Feldsteinporphyr 491
Felis, Dil.....1258
Felsabsonderungen.... 104
Felsarten od. Gesteine, Begriff, Allgemeines, 378, Untersuchung 411, Classification 415, specielle Beschreibung 430—672, Entstehung 672, Verbindungsweise zum Erdrindebau..... 678
— amphibolitreiche... 519
— amphotere..... 526
— augitreiche 538
— feldspathfreie..... 563
— feldspathreiche..... 470
— geschichtete hydrogene 679
— geschichtete pyrogene 693
— glimmerreiche..519; 566
— hemihyalolithische.. 676
— hornblendereiche... 520
— hyalolithische 676
— hydatogenetische... 673
— hydrogene, (-genetische)..... 675; 679
— hydropyrogene.... 676
— klastische, Allgemeines 408; 576, Classification 426, specielle Beschreibung 584 bis 629; — ganz-kl. 577, halbkl. 578, einfache 409, gemengte 410, hydrogene 593, pyrogene 584, vulcanische 578
— kryptogene... 673; 676
— krystallinisch-klastische, pyrogene 591
— krystallinische, Begriff 381, Gemengtheile 381, Gefüge 384, Umwandlungen 389, Classification 418, — einfache 430 bis 469, gemengte 469—576
— massige..... 694
— metamorphische 673; 676
— minerogene 378; 418, Entstehung ... 672
— neptunische..... 676
Felsarten, organogene (-lithische) 378; 430; 460
— pyrogene.... 673; 676
— ungeschichtete 694
— vulcanische..... 676
Felsartenkunde s. Petrographie.
Felseinstürze 92
Felsenmeere 118
Felsenthore..... 145
Felsformungen 92
Felsitfels..... 490
Felsitischer Quarztrachyt 512
Felsitpechstein..... 463
Felsitporphyr, Petr. 491, azoische Ff. 779, Grauwacke-Ff. 847, Steink. 873, Rothl..... 905
Felsitporphyrfindlinge.. 643
Felsitschiefer, Grauwacke-Ff..... 850
Felsittuff..... 589
Felsmauern..... 97; 696
Felsriffe..... 696
Felsruinen..... 103
Felsschutt..... 629
Felszerklüftungen..... 92
Fenestella, Sil. 815; 817, Zechst..... 932
Festländer s. Continente.
Feuerstein, Petr. 467, Krde.....1058
Fichtelit i. Torf 198
Ficus, Eoc. 1158, Olig. 1178, Neog 1201
Filztorf 193
Fimbria, Eoc.....1143
Findlinge s. erratische Blöcke.
Firn, Petr. 431, Bildg. 232
Firneis.....431
Firneismeere 232
Firngletscher..... 243
Fischottern, Tert. 1134
Fischschuppenschichten, Muschl..... 961
Fielstraße, Dil. 1258
Flabellaria, Olig....1178
Flachfallende Gänge.. 707
Flammenmergel, Petr. 599, Krde.....1055
Flaseriges Gefüge 388
Flaserporphyr, Petr. 487, Sil..... 805
Flechten als Verwitterungseinleiter. 394; 407
Flechtenmoore 1276

Seite
Fleckschiefer, Petr. 573, Dev. 828, Grauwacke-Ff. ... 851
Fließgebiete ... 40
Fließwasser 16, Schöpfungen desf. 124; 253. Mitführung (152; 247) u. Absetzung (158; 248) von Schutt, Ablenkung des Laufes 162; 1288, Erhöhung des Bettes 160, Einfluß der Erdbeben auf dies. 334. — stürzende, Wirkungen ... 125
Flint, Petr. 467, Krde. 1058
Flintbreccie ... 606
Flintconglomerat ... 606
Flintfindlinge ... 643
Flinz, Dev. 844, Neog 1203
Florigemmaschichten, weiß. Jura ... 1039
Flötze ... 683
Flötzleerer Sandstein, Steink. ... 865
Flözgrünstein ... 541
Flügel der Schichten ... 692
Flugsand 646, i. d. Atm. 10
Fluorit i. Urkalkstein ... 749
Fluormetalle, Löslichkeit 13
Fluß, Begriff ... 42
Flußbett, Erhöhung desf. 160
Flußbildungen, diluviale ... 1241
Flüsse 39; 42, Entst. 39, Lebenslauf 40, Bestandtheile 43, Wirkungen s. Fließwasser, — unterirdische ... 134
Flußmarsch ... 659
Flußspath i. Gest. 417; 474; 495; 505; 568, auf Gängen 700; 782, Rothl. ... 908
Flußterrassen ... 147; 169
Fluth u. Ebbe 73, Wirkungen ... 147
Fluthlinie ... 144
Fluthwellen 77; 78, Wirkungen ... 148
Fluviatile Formationen 720
Fluviomarine Gebilde. 170
Flysch, Tert. ... 1116
Flyschformation ... 1155
Fonolite ... 516
Fontainebleau, grès de, Olig. ... 1165

Seite
Foraminiferen i. d. Tiefsee ... 182
Forest-marble, Dog. 1012; 1017
Formation, Begriff 709; 730, Bildungsmassen u. Ablagerungsverhältnisse ... 710
Formation houillère 854
— crétacée ... 1048
Formationen, Entwickelungsgeschichte derf. i. Allg. 709, Verschiedenartigkeit derf. nach Massen u. Lagerorten 719, räumliche Ausbreitung derf. 720, Organismenreste in denf. 722, Gliederung u. Zusammenfassung derf. 729, tabellar. Uebersicht 734, specielle Beschr. ... 742
— azoische ... 742
— fluviatile ... 720
— fluviomarine ... 170
— känozoische ... 1104
— limnische ... 720
— litorale ... 720
— maritime ... 720
— mesozoische ... 936
— oceanische ... 720
— paläozoische ... 783
— pelagische ... 720
— quartäre 1111; 1210; 1260
Formationenabtheilung 730
Formationengruppe ... 730
Formationenlehre 709—1287
Formationenreihe, Störungen in der Entwickelung derf. ... 721
Formsand, Petr. 648, Olig. ... 1173
Foyait ... 502
Frankenberger Kornähren, Zechst. ... 934
Fraxinus, Neog. ... 1203
Friedrichshaller Kalkstein, Muschl. 953; 960
Frittung ... 391
Fronsac, Molasse von, 1167
Frontmoränen ... 240
Frösche, Tert. ... 1133

Seite
Frost, gesteinszerstörendes Wirken, 85; 89; 123; 247; 252
Fruchtschiefer ... 573
Frühjahrsschichte ... 680
Fucoides, Dev. ... 831
Fucus, Sil. ... 809
Fullersearth, Petr. 653, Dog. ... 1011
Fumarolen ... 296
Fuß der Gebirge ... 371
Fusulina, Steink. ... 881
Fusus, Eoc 1143, Olig. 1179, Neog. ... 1199

G.

Gabbro, Petr. 561, azoische Ff. 779, Grauwacke-Ff. 847; 853
Gagat ... 668
Gaillonella, Kieselguhr 182; 469, Krde. ... 1062
Galerites, Krde. ... 1064
Gallertalgen, Laurent. 756
Galmei, Sil. 806, Dev. 828, Steink. 874, Muschl. ... 955
Gangarten 699, Entst. 402
Gänge ... 697 ff.
Gänge, gekniete ... 696
Gangkreuz ... 707
Ganglager ... 697
Gangmassen ... 678
Gangmauern ... 696
Gangmineralien ... 402; 697
Gangspalten, Ausfüllung ... 402
Gangzug ... 707
Ganoïdeen, heterocercale, paläoz. Ff. 796, Steink. 884, Zechst. 933, Bunts. 949, Dog. ... 1016
Ganzklastische Gesteine. 577
Garbenschiefer, Petr. 573, Dev. ... 828
Gasexhalationen, vulcanische 297, mineralumwandelnd, ... 392
Gasteropoden ... 794
Gault ... 1080
Gazellen, Tert. ... 1134
Gebirge 364, aufgesetzte 369, massige 365, schuttiges ... 378
— Entstehung u. Gliederung 365; 371,

Seite

Eintheilung 367, Vertiefungen in ihnen .. 371
Gebirgsarten, Begriff 378
Gebirgsformation s. Formation
Gebirgsglieder 678
Gebirgsschutt 629
Gebirgsseen 47, s. Seen.
Geestsand, Petr. 648
Gefaltetes Land 363
Gefüge der Gesteine 384: amorphes 385, amygdaloïdisches 386, blasiges 387, blätteriges 388, cavernöses 387, conglomeratisches 410, dichtes 385; 389, drusiges 387, eckigkörniges 409, erdigblättriges 409, erdiges 389, erdigstaubiges 409, faseriges 388, feinkörniges 387, flaseriges 388, glasartiges 385; 389, grobkörniges 387, großkörniges 387, kleinkörniges 387, körnigkrystallinisches 387, krystallinisches 385; 387, kryptokrystallinisches 385, krystallisches 385, mandelsteinförmiges 386, mikrokrystallinisches 385; 389, oolithisches 388, pelitisches 410, pisolitisches 388, porphyrisches 386, psammitisches 410, psephitisches 410, rogensteinartiges 388, rundkörniges 409, sandsteiniges 410, schieferiges 388, schlackiges 389, sphärolithisches 388, stengeliges 388, strahligfaseriges 398, variolithisches 387, verworren-faseriges 388
— Einfluß dess. auf die Verwitterbarkeit 393; 405
Gegenwart, geologische s. Alluvium.
Gehänge der Gebirge . 366
Gehängthäler 373
Gein 189
Geinbildungen 188
Geinsäure 396
Geinitzia, Krde. 1062
Gekniete Gänge 696
Gekräuselte Schichten . 687
Gekrösstein 434
Gelenkquarz 565
Gemengte hydrogene klastische Gesteine ... 604
Gemengte klastische Gesteine 410
Gemengte krystallinische Gesteine 469
Gemengtheile der Gebirgsarten 378; der krystallin. Gest. 381, der klastischen Gest. 408
— accessorische 383, unwesentliche 383, wesentliche 381, zufällige 383
Genesee-Schiefer, Dev. 843
Geognosie, Aufgabe 2, Begriff 1, Theile 3.
Geographie, Begriff 1.
Geologie, Begriff 1.
Geotektonik 678
Geradlaufender Schichtenbau 692
Gerölle, Petr. 640, Dil. 1234
Gervillia, Zechst 932, Trias 942, Buntsandst. 949, Muschk. 957, alp. Trias 986
Gervilliaschichten, alp. Trias 981
Geschichtete Gesteine ... 679
Geschiebe 640
Geschiebe, nordische s. erratische.
Geschiebelehm-, mergel-, sand-, thon, Dil. ... 1228
Gesteine oder Felsarten s. Felsarten.
Gesteinsgänge 695
Gesteinsströme 697
Gesundwasser 30
Gewässer, 15 ff., s. Wasser; fließende 16 s. Quellen u. Flüsse; ruhende, stehende 44, s. Seen u. Meer.
Geysirs 26
Gezeiten 74, Wirkungen 149
Gipfelkrater 280
Giraffen, Tert. 1134
Glanzkobalt, Laurent. 753, Huron. 772, Zechst. 925
Glanzkohle 663; 664; 668
Glasartiges Gefüge 385; 389
Gläser, vulcanische, Bildung 304
Glasgesteine 459
Glasirte Blöcke, Krde. 1096, Olig. 1173
Glaskopf, brauner, Entst. 449
Glasplatten, Muschk. .. 961
Glauberit mit Steinsalz 432
Glaubersalz (s. a. Natronsulfat) mit Steinsalz 432
Glaubersalzwasser 31
Glaukonit in Sandstein 622; 628
Glaukonitische Kreide .. 604
Glaukonitischer Kalkstein, Sil. 803
Glaukonitkreide 444
Glaukonitmergel, Krde. 1060
Glaukonitsand, Krde. 1052; 1060
Glaukonitsandstein 622; 628
Gleditschia, Olig. 1178
Gleichförmige Schichtenlagerung 692
Gleichlaufender Schichtenbau 689
Gletscher, Bildung 233; 234, Bewegung 235, Erscheinungen in und auf dem Gletschereise 238, Schmelzlinie 237; 242, Alter 241, Schliffe 241, Mächtigkeit 241, Hauptlagerorte 242, geol. Bed. 247, Abnahme 249.
— Diluvium ... 1213 ff.
Gletscherabflüsse, -Bäche 167; 247
Gletscherboden 248
Gletscherbrunnen. 239; 240
Gletschereis 431; 233
Gletschereisblöcke 1225
Gletscherschliffe .. 241; 1221
Gletscherseen 47
Gletscherspalten 238
Gletschertische ... 238; 239
Gletscherzonen der Diluvialzeit 1213
Gliederung der Gebirge, transversale, divergente, radiale 366
Glimmer (s. a. Kaligl., Magnesiagl.) als

Seite
Felsgthle. 382; 383; 416, Zersetzung 400; Granit 471, Gneiß 481, Itakolumit 565, Glimmerschiefer 566; 437; 457; 462; 488; 492; 514; 517; 531; 544; 548; 563; 565; 571; 585; 594; 596; 607; 655, Sand 647; 649
Glimmerbasalt .. 546; 548
Glimmerdiorit 525
Glimmeriger Thon ... 655
Glimmerorthoklasporphyr 506
Glimmerporphyrit 529
Glimmerreiche Gesteine 519; 566
Glimmersand 648
Glimmerschiefer, Petr. 519; 566, Laurent. 746, Huron. 762, Dev. 828
Glimmerschiefercongloмerat, Rothl. 898
Glimmerschieferfindlinge 643
Glimmersyenit 502
Glimmerthon, Neogen 1207
Glimmertrapp 506
Glindower Thon, Dil. 1229
Globigerinen i. d. Tiefsee 182
Glockenvulcane 285
Glyphea, Krde 1071
Glyptostrobus, Eoc. 1157, Ol. 1178, Neog. 1201
Gneiß, Petr. 481, Laurent. 744, Huron. 769, Dev. 827
Gneißfindlinge 642
Gneißgranit 474; 482
Gneißgranulit 489
Gobius fluviatilis .. 164
Gold im Quarzit 465, Itakolumit 566, Glimmerschiefer 569, Tapanhoancanga 608, Huron. 769; 772, azoische Ff. 782, Tert. 1115, Dil. .. 1240
Goldconglomerat, Tert. 1115
Golfstrom 82
Golt 1080
Gomberto-Stufe, Tert. 1200
Gomphoceras 793, Sil. 817, Dev. 837
Gomphonema-Arten im Torf 198
Seite
Goniatitenschiefer, Dev. 844
Goniatites 792; 1000, Sil. 817, Dev. 837, Steink. 883
Gosauschichten, Krde. 1056; 1093
Gößlinger Schichten, alp. Trias 981
Grammatit i. Urkalkstein. 748; 770
Granat i. Gest. 383; 416, Eklogit 563, Granatfels 564; 457; 462; 465; 483; 488; 495; 511; 523; 532; 545; 560; 567; 762; 572; 748; 770
Granatfels 564
Granatgranulit 489
Granit, Petr. 471, az. Ff. 781, Laurent. 745, Grauwacke-Ff. 847; 853, Steink. 873, alp. Trias 987, weiß. Jura 1043
Granitbreccie 592
Granitconglomerat, Rothl. 898
Granita veiné 481
Granite schisteux .. 481
Granitell 473
Granitfindlinge 642
Granit-Glimmerschiefer-Conglomerate 614
Granitgneiß, Petr. 482, Laurent. 745
Granitischer Quarztrachyt 511
Granitit 473
Granitmarmor von Neubeuern, Eoc. 1155
Granito di Gabbro. 561
Granitporphyr 474
Granit-Thonschiefer-Conglomerat 614
Granulit, Petr. 488, Laurent. 746
Graphit, Entst. 9, i. Gest. 472; 483; 568; 572; 594, Laurent. 749; 750; 755, Huron. 770
Graphitgneiß 483
Graphitgranit 473
Graphitschiefer, Petr. 569, Huron. .. 762; 771
Graptolithen, Sil. 813; 816
Graptolithenschiefer, Sil. 822; 823
Graptolithus, Sil. .. 813
Seite
Grasmoore 205
Grauer Gneiß 482
Grauer Sandstein des Grauliegenden 626
Grauliegendes, Zechst. .. 915
Graurothliegendes, Rothl. 903
Grauwacke, Petr. 608, Sil 801, Dev. 825, Steink. 855
Grauwackeconglomerat 608
Grauwackeformationen 798
Grauwackesandstein ... 608
Grauwackeschiefer 596; 608
Graychalk, Krde. ... 1093
Great Oolite, Dog. 1012; 1017
Greensand 622; 628
Greensand, lower. 1074; 1077, upper 1090
Greisen 565
Grenzdolomit, Keup. . 965
Grenzmoränen .. 239; 240
Grès bigarré (Buntf.) 943
Grès houiller, Steink. 856
Grès supérieurs, Olig. 1165
Grès vert 622
Grestener Schichten, alp. Trias 986
Griffelschiefer 595
Gritstone, weiß. Jura 1025
Grobkalk, von Paris, Petr. 445, Tert. 1117; 1151
Grobkohle 665
Grobkörniges Gefüge . 387
Grobsand 646
Gröden, Sandsteine von, alp. Trias 982
Großbergkalkstein, Krde. 1096
Großer Ocean 58; 60
Großkörniges Gefüge . 387
Großoolith, Dog. 1012; 1017
Grundeisblöcke 1225
Grundeisschollen, Transport von Blöcken i. d. Diluvialzeit 1216
Grundlehm, Dil. 1244
Grundthäler 369
Grüner Schiefer, Petr. 556, Dev. 828
Grünerde in Sandstein 624; 628
Grünlandsmoore 205; 193; 207; 213
Grünsand 618
Grünsandformation ... 1048

Seite
Inselvulcane 266
Instantane Hebungen u. Senkungen 337
Intermittirende Quellen 20
Joche 134; 365; 371
Jodnatrium in Quellen 32
Jodwasserstoff aus Vulcanen 298
Iridium, Dil.....1239
Iris, torfbildend 208
Ironsand 648
Irrblöcke s. erratische.
Ischadites, Sil..... 811
Ischypterus, Trias.. 992
Isocardia, Olig. 1179, Neog.....1205
Isoklinale Thäler..... 138
Itakolumit, Petr. 565, Huron..... 769
Juglans, Olig. 1178, Neog.....1201
Junceen, torfbildend, 192; 208
Juraformationen... 993
Jura, schwarzer 995, brauner 1010, weißer 1022
Jurassische Kalknagelfluh..... 616
Jurensismergel, Lias..1005

K.

Käfer, foss., Keup. 968, weiß. Jura 1027
Kagerhöhschichten, Krde. 1096
Kalicarbonat in Quellen 32, im Meere..... 64
Kaliglimmer als Flsgth. 416, Granit 472, Gneiß 481, Glimmerschiefer.... 566; 762
Kaliglimmerschiefer 575; 763
Kalisalze von Staßfurt, Zechst. 922
Kalk, poröser, röhriger 444
Kalkaphanit..... 556
Kalkaphanitschiefer.... 556
Kalkcarbonat, gelöst in Quell- 31; 32, Fluß- 43, See- 47; 48, Meerwasser 181, Absetzung im Meere 181, Auflösung und Fortfluthung 35; 111; 442, Entstehung aus Silicoten..... 36
Kalkdiorit..... 527
Kalkeisenstein, Dev.... 829
Kalkfeldspath i. Corsit 527, Melaphyr.... 530
Kalkfels 441
Kalkgesteine, klastische.. 598
Kalkglimmerschiefer.... 569
Kalkhornblende i. Porphyrit 528, Melaphyr 530, Basalt.. 543
Kalkiger Sandstein.... 625
Kalkmergel..... 599; 657
Kalknagelfluh..... 616
Kalknatronfeldspath i. Dolerit. 541, Diabasiten,..... 554
Kalkoligoklas i. Porphyrit 528, Melaphyr 530, Diabasiten 554
Kalkphosphat i. Flußwasser..... 43
Kalksand..... 648
Kalkschalstein 591
Kalkschiefer, Dog. 1012, Solenhofer. 1024; 1033
Kalksintergebilde i. Höhlen 113
Kalkspath (Calcit) als Felsgthl. 382; 448; 495; 505; 531; 541; 543; 554; 568; 595; 600; 605, in Hohlräumen 37, auf Gängen 698
Kalkstein, Petr. 441, bituminöser 997; 1023, dichter 443, dolomitischer 445 (Laurent. 751, Huron. 771, Zechst. 919, Muschl. 954), erdiger 444, körniger 442, oolithischer 443 (Muschl. 954, Lias 997, weiß. Jura 1024, Dog. 1012), poröser 444, röhriger 444, salinischer 442, thoniger 445. — Bildung durch Protisten 182, Charakter i. d. verschiedenen Formationen..... 718
— Laurent. 748, Huron. 770, Sil. 803. Dev. 825; 849, Rothl. 898, Muschl. 952, Keup. 965, Lias 997, Dog. 1012, weiß. Jura 1023, Krde. 1056, Tert. 1117, Dil.....1250
Kalksteinbreccie..... 609
Kalksteinconglomerat .. 605
Kalksteinfindlinge..... 643
Kalksteinhöhlen..... 111
Kalksulfat (Gyps) in Quell- 31, Fluß- 43, See- 47; 48, Meerwasser..... 63
Kalkthonschiefer, Huron. 765, Sil..... 825
Kalktuff, Petr. 444; 602, i. Torf 200, Dil...1250
Kalkwasser 31
Kalte Quellen..... 21
Kamm der Gebirge... 371
Kammgebirge..... 367
Kammschale, Zechst... 928
Känozoische Formationen.....1104—1287
Kaolin 652
Kaolingneiß 483
Kaolinsandstein..... 620
Kaolinsandstein, Petr.. 607
Kapselthon, Olig. 1176
Karlsbader Becken, Neogen.....1202
Karrenbildungen 92
Karrenfelder..... 92; 96
Katzen, Dil.....1258
Kegel, vulcanische. 289; 309
Kellowaygruppe.....1021
Kellowayrock, Dog. 1012; 1018
Kersantit 526
Kersanton..... 526
Kerzenkohle..... 664
Kesselkraterseen..... 287
Kesselthäler 688
Kettengebirge.... 365; 367
Keuperformation..... 963
Keupermergel, bunte.. 964
Keupermergelgruppe... 970
Kies..... 640
Kieselbreccie 606, feldspathhaltige 607
Kieselconglomerat des Grauliegenden..... 613
Kieselconglomeratfindlinge..... 643
Kieselerde in Quell. 32, in Seen..... 48
Kieselfelsarten 464
Kieselgesteine..... 454
Kieselguhr 469; 182, im Torf.....

Seite
Höhlenbreccie, Petr. 617, Dil. 1248
Höhlen-Knochenablagerungen, Dil. 1247
Höhlenschlamm, Dil. .. 1246
Höhlenseen 253
Holaster, Krde. 1064
Holectypus, Dog. ... 1015
Holoptychius, Dev. 842
Holsteiner Gestein, Neog. 1207
Holz, bituminöses, Petr. 688, Bildung 218
Holzkohle, mineralische 663
Holzporphyre 498
Homalonotus, Sil. 817, Dev. 837
Honaya sole 431
Hordeum auf Dünen 178
Hornblende als Felsgthl. 382; 417, Zersetzung 400, Syenit 501, Syenitporphyr 505, Andesit 535, Diorit 523, Corsit 527, Porphyrit 528, Eklogit 563, Granatfels 564; 465; 472; 483; 511; 514; 517; 530; 543; 560; 561; 567; 571; 585; 594; 748; 770
Hornblende-Andesite .. 536
Hornblendefels 458
Hornblendefelsfindlinge 642
Hornblendegneiß 483
Hornblendeporphyrit .. 529
Hornblendereiche Felsarten 520
Hornblendeschiefer, Petr. 458, Laurent. 746, Huron 769
Hornblendetrapp 506
Horner Schichten, Neog. 1198
Hornfels, Dev. .. 827; 853
Hornkalk, Buntf. 950, Muschk. 953
Hornmergel 599
Hornquarzconglomerat 611
Hornschiefer, Petr. 516, Grauwacke-Ff. 850
Hornslate 516
Hornstein, Petr. 468, Steink. 863, Muschk. 955
Hornsteinschiefer, Sil. . 803
Hornsteinporphyr . 491; 492
Houille 664
Huano 661

Seite
Hudsonriver-Gruppe, Sil. 823
Hufeiseninseln ... 266; 285
Hufeisenwälle 285
Huffield-Conglomerat, Trias 978
Hügel 363
Humboldtstrom 81
Humification der Pflanzen 190
Humin 190
Huminsäure 396
Humoser Erdschutt ... 658
Humoser Töpferthon .. 655
Humus 189; 190, Quartär 1275
Humusbildungen 188 ff. 1275
Humuskrume 658
Humussäuren, Wirkungen 395
Humuszeit 1111
Hunde, Tert. 1134, Dil. 1258
Hünengräber 1267
Hungerquellen 18
Huronische Formation 760
Hyaena, Dil. 1258
Hyaenodon, Tert. ... 1165
Hyalith, Feldspathbasalt 543
Hyalolithbreccie, Petr. 593
Hyalolithe 459; 538
Hyalolithische Gesteine, Entstehung 676
Hybodus, Muschk. 958, Keup. 968, Lias ... 1003
Hydatogenetische Gesteine 673
Hydratisirung 14; 85; 86; 251
Hydrogene Erdbeben .. 331
Hydrogene Gesteine 675; 679
Hydrogene Inseln 356
Hydrogene klastische Gesteine, Petr. 593, einfache 594, gemengte 604
Hydrogenite 675
Hydrolite, Petr. 430
Hydrophrogene Gesteine 676
Hylonomus, Steink. . 885
Hyperit 560
Hyperitfindlinge 642
Hyperitgesteine 557, Steink. 873
Hypersthen als Felsgthl. 382; 417, Zersetzung 400, Andesit 538, Hypersthenit 560
Hypersthenandesit 538

Seite
Hypersthenfels, Petr. 560, azoische Ff. 779, Grauwacke-Ff. 847; 853
Hypersthenit 560
Hypersthenitgranit, alp. Trias 987
Hypersthensyenit 560
Hypnum, torfbildend, 192; 207
Hyracotherium, Tert. 1145

J.

Jaspis, Petr. 468; 495; 531
Iberger Kalkstein, Dev. 844
Ichthyocrinus, Sil. . 817
Ichthyorhachis, Zechst. 932
Ichthyornis, Krde. . . 1071
Ichthyosaurus, Lias 1003, Dog. 1016
Idria, Dolomit von, alp. Trias 985
Iguanodon, Krde. ... 1071
Ilex, Neog. 1203
Ilfracombe-Gruppe, Dev. 845
Illaenus, Sil. 816
Impressakalk, weiß. Jura 1032
Indischer Ocean ... 58; 60
Industienkalk, Olig. ... 1166
Ingersdorf, Tegel von, Neogen 1199
Inoceramus, Lias 999, Krde. 1067
Inselketten 355
Inseln 353 ff., Bildung derf. in Flüssen 154; 161; 162; 163, in Seen 164, im Meere durch Brandung 145, durch Flüsse 171, durch Korallen 182
— angeschwemmte 356, continentale 354; 356, eigentliche 353, hohe 185; 274; 355, hydrogene 356, niedrige 185; 188; 274; 355, pelagische 355, pyrogene 356, schwimmende 51; 204; 206, Steinkohlenbldg. 867, vulcanische 266; 356, zoogene 356

Seite

Kupferglanz, Rothl. 900, Zechst. 925; 917
Kupferkies i. Gest. 448; 455; 598; 665; 749, — Laurent. 753; 754, Huron. 772, Sil. 806, Dev. 828, Grauwacke-Ff. 853, Steink. 863, Rothl. 900, Zechst. 925; 917, Lias 998
Kupferlasur, Rothl. 900, Zechst. 917
Kupferschiefer, Petr. 598, Zechst. 916
Kupferschiefergebirge 891; 914
Kuppelförmige Schichtenstellung 687
Kuppen 696
Kuro Siwo 82
Küsten, Zerstörung durch das Meer 144 ff.; 342, Hebung u. Senkung 337; 342
Küsteneinsenkungen 151; 343
Küstenflüsse 42
Küstenlänge der Erdtheile 357
Küstenlinien der Erdtheile 357
Küstenplattformen 146
Küstenriffe 184
Küstenterrassen 146

L.

Laacher Trachyt 514
Labrador als Felsgthl. 416, Diabasite 554, Hyperitgestein 559
Labradorgabbro 562
Labradorporphyr 557
Labradorströmung 81
Labyrinthodonten, Steink. 885, Trias 949; 992
Lager 683, pyrogene 697
Lagergänge 696
Lagermassen 678
Lagerstöcke 696
Lagerung, abnorme 683, normale 683, strahlige, fächerförmige 685, concordante, discordante 690, durchgreifende 694
Lagomys, Dil. 1259
Lagunenriffe 185
Land, gefaltetes, 383, schwimmendes s. Inseln.
Landbildung aus Torfmooren 46; 208; 214, durch Ausfüllung von Seen mit Mineralschutt 46; 167, am Ocean 170, im Ocean 180, durch Korallen 182
Landesanschwellungen 363
Landesfalten 363
Landeshebungen 340
Landesschwellen 363
Landessenkungen 337; 342
Landesversenkungen, plötzliche 340
Landesvertiefungen im Gebiete der Gebirge 371
Landschneckenkalk, Neog. 1205
Längsgebirge (Längengeb.) 363; 365; 367
Längsthäler (Längenth.) 138; 373
Lapezstein, Petr. 458, Huron 770
Lapilli 290; 300; 635
Lasur s. Kupferlasur.
Lateralsecretion 702
Laurentische Formation 743
Laurus, Eoc. 1158, Ol. 1178, Neog. 1202
Lava, Bildung u. Beschr. 295; 300
— basaltische 301, dichte 304, halbglasige 304, krystallinische 304, trachytische 301.
Lavafladen, Petr. 635, Bildung 290
Lavakegel 293; 289; 290
Lavakuchen, Bildung 290
Lavaschutt 290; 300; 634
Lavaströme 303
Lave basaltique uniforme 542
Leberfels 588
Leberstein 586
Leda, Zechst. 932, Olig. 1179
Lehm, Petr. 656, Dil. 1243
Lehmmergel 657
Leiostoma, Olig. 1180
Leistenbildung 681
Leitfossilien 730
Leithakalk, Tert. 1118
Leitmuscheln 730
Lemnus, Dil. 1259
Lenneschiefer, Dev. 844
Lenticulare Einlagerungen 683
Leperditia, Sil. 812
Lepidodendron, Steink. 879
Lepidotus, Lias 1003
Leptaena 789, Sil. 815, Dev. 833
Leptolepis, weiß. Jura 1027; 1031
Leptomaria, Eoc. 1158
Leptynite 488
Lette, Zechst. 928
Letten 655
Lettenkohle, Petr. 671, Keup 966
Lettenkohlengruppe, Keup 968
Lettenschiefer, Keup 966
Leuciscus, Olig. 1179
Leucit als Felsgthl. 382; 416, Basalte 546; 305; 517; 585
Leucitbasalt 547
Leucitbasaltite 546
Leucitdolerit 546
Leucitophyr 546
Leucitsanidingesteine 548
Leucittuff 589
Levantische Stufe, Tert. 1200
Lherzolith 564

Liasformation 995
Liaskalksteine 997
Libellen, weiß. Jura 1027
Librocedrus, Ol. 1178
Lidos 164
Liebenerit im Syenitporphyr 506
Liegendes 691
Lignit 668, Bildung 219
Ligurische Stufe, Tert. 1139
Lima, Trias 942, Muschk. 957, Lias 999
Limakalk, Muschk. 954
Limestone 441
Limnaea, Olig. 1179, Neog. 1205
Limnäenkalk im Olig. 1166
Limnaeus, weiß. Jura 1026, Weald. 1078, Dil. 1228
Limnische Formationen 720
Limnische Steinkohlenformation 856; 866

Seite
Limnocalcit, Petr. 444, Steink. ... 859
Limnoquarzit ... 469
Limonit, Petr. 450, — Torf ... 200
Limonitbildungen 219 ff., Dil. ... 1252
Limonite, Char. 219, Lagerorte 220, Bildung 221, geol. Bed. 228 — eigentliche ... 220
Limonitsandstein, Neog. 1208
Limopsis, Olig. 1179, Neog. ... 1205
Lineare Erdbeben ... 312
Lingula 789, Sil. 813, Zechst. 932, Muschk. 957, Keup. ... 968
Linsenerze, Petr. 450, Krde. ... 1060
Linsenförmige Absonderung ... 107
Linsenförmige Einlagerungen ... 683
Lintongruppe, Dev. ... 845
Lipari ... 509
Liquidambar, Olig. 1178, Neog. ... 1201
Lithioncarbonat in Quellen ... 32
Lithionglimmer; Granit 474, Greisen ... 565
Lithionsilicat, Auslaugung aus Silicaten 37
Lithodendron, alp. Trias 986, weiß. Jura 1028
Lithographenstein, weiß. Jura ... 1024; 1033
Lithoidischer Quarztrachyt ... 510; 512
Lithoidit ... 510
Lithomage ... 652
Lithostrotion, Steink. 881
Litorale Formationen 170; 720
Litorina, Dil. ... 1228
Litorinella, Neog. ... 1205
Litorinellenkalk, Neog. 1118; 1205
Lits coquilliers, Tert. 1150
Lituites 792, Sil. 816; 817
Llandeilo-Gruppe, Sil. 822
Llandovery-Gruppe, Sil. ... 822
Locale Erdbeben ... 332
Löß, Petr. 657, Dil. ... 1243
Lößkindele ... 657; 1244
Londonstufe, Tert. ... 1139
Londonthon, London-clay, Tert. ... 1145
Lophiodon, Tert. ... 1133
Loxonema, Sil. ... 817
Lucina im Eoc. 1143, im Olig. 1179, im Neog. ... 1199
Ludlow-Gruppe im Sil. 822
Luftsattel ... 685
Luftströmungen: Entstehg. 6; — Wirkung auf dem Festland 11; 174; — auf d. Meere 10; 70
Lumachell-Kalkstein, Dog. 1012, weiß. Jura ... 1023
Lünerschichten, alp. Trias 985
Lunzer Schichten, alp. Trias ... 985
Lyckholm-Schicht, Sil. 822
Lycopodites, Steink. 879, Dog. ... 1013
Lydianstone ... 466
Lyditbreccie ... 606
Lyditfels ... 466

M.

Maare ... 51; 287
Mäandrinen, riffbauend 183, weiß. Jura 1028
Machairodus, Tert. 1134
Macigno, Eocän ... 1156
Maclurea, Sil. ... 817
Macrocheilus, Dev. ... 833
Macrospondylus, Lias ... 1003
Mactra, Ol. 1180, Dil. 1228
Madreporen, riffbauend 183
Maeandrina, Krde. ... 1064
Magas, Krde. ... 1065
Magdeburg, Oligocän, 1185
Magnesiacarbonat in Quellen 32, im Meere 64, Umwandlung in Bittersalz ... 12
Magnesialglimmer (Biotit) als Felsgthl. 416, Granit 472, Gneiß 481, Porphyrit 528, Glimmerschiefer 566; 762; 305; 458; 501; 505; 511; 514; 523; 536; 545; 556; 748; 770
Magnesiaglimmerschiefer, Petr. 576, Huron. 763
Seite
Magnesiakalkstein ... 445
Magnesianitrat in Quellen ... 32
Magnesian Limestone (Zechst.) ... 914; 929
Magnesiasalze von Staßfurt, Zechst. ... 923
Magnesiasulfat (Bittersalz), Löslichkeit 29, in Quellen 31, Flüssen 43, Seen 48, Meere 63; 64, i. Gest. 416; 432, i. Torf 200, im Meere abgesetzt 180, Entst. aus Magnesiacarbonat ... 12
Magnesite ... 455
Magneteisen, sandiges. 649
Magneteisenerz als Felsgthl. 382; 416, Zersetzung 399, Melaphyr 530, Basalttite 540, Diabasite 554, Granatfels 564, Sand 606; 455; 457; 458; 465; 474; 503; 505; 514; 523; 536; 560; 568; 572; 573; 585; 749, Dil. ... 1239
Magneteisenerzfels, Petr. 454, Laurent. 752; 754, Huron. 772, Dev. 828, Grauwacke-Ff. ... 850
Magneteisensand ... 649
Magnetkies i. Gest. 466; 474; 523; 544, Huron. 772
Magnolia, Krde. 1062, Ol. ... 1178
Mahlsand ... 646
Maibrunnen ... 18
Mainzer Becken, Olig. 1168, Neogen ... 1204
Mainzer Stufe, Tert. 1141
Majolica, Krde. ... 1056
Malachit, Rothl. 900, Buntsf. 945, Zechst. 917
Malakolithfels, Petr. ... 459
Mallnitz, Grünsandstein von ... 1092
Malmformation 995; 1022ff.
Malmö-Gruppe, Sil. 822
Malpighiastrum, Ol. 1178
Mammuth, Dil. ... 1260
Mandelschalstein ... 591
Mandelsteinartiges Gefüge ... 386

Seite
Manganerze im Felsitporphyr 495, Grauwacke-Ff. 853, Rothl. 908
Manganit i. Eisenspathfels 448, Rothl.... 908
Manganoxydulcarbonat in Quellen 32
Manganspath i. Gest. 448; 505
Mangelia, Ol.....1181
Manon, Krde.. 1063
Marcellus-Schiefer, Dev. 843
Marder, Tert.....1134
Marginella, Ol. 1180
Maritime Formationen 720
Markasit im Torf 200, Schieferthon 597, Krde. 1054
Marl 599
Marl-Slate, Zechst... 929
Marmor 442
Marna 599
Marne 599
Marnes vésouliennes, Dog.....1045
Marnes marines, Ol. 1165
Marschen . 50; 171; 1276
Marschkrume 659
Marsiliaceen, Krde....1062
Marst 50
Marsupites, Krde....1064
Marterbergmergel, Krde. 1096
Martorf 215, Dil. ..1253
Massengebirge... 365; 368
Massige Gesteine 694
Mastodon, Tert. 1134, Dil.....1260
Mastodonsaurus, Keup.... 968
Mathilda, Olig.....1180
Mauremont, roches de, Krde.....1077
Mecochirus, weiß. Jura 1027
Medicinalwasser..... 30
Medina-Sandstein, Sil..... 823
Mediterran-Stufe, Tert.....1200
Meer 58 ff; 255, Größe 58; 352, Tiefe 59, Grund 61, Kubikinhalt 61, Durchsichtigkeit u. Farbe des Meerwassers 62, chemische 63 u. mechanische Beimengungen 65, specif. Gew. 66, Temperatur 66, Bewegungen 68 ff. fließende, zirkulirende (Strömungen) 69; 80, schwingende, oscillirende 69, Wellen 69, Ebbe u. Fluth 69; 73. Erosion 143, Schuttablagerung u. Landbildung am u. im M. 163; 169, Zusammenhang mit Vulcanen 250; 265; 299, Niveauveränderungen..... 337
— arktisches, antarktisches, nördliches, südliches..... 58
Meere, steinerne..... 115
Meerengen..... 59
Meeresbeben..... .. 335
Meereseinbrüche..... 151
Meereseis 431
Meeresgrund..... 61
Meereskalkstein, Steink. 858
Meeresmolasse, Neog. 1203
Meeresstraßen.... 59; 148
Meeresströmungen 80, Wirkungen..... .. 148
Meerestunnel..... 145
Megaceros, Dil.. ..1259
Megalodon, Dev. 836, alp. Trias..... 986
Megalonix, Dil.....1259
Megalosaurus, Dog. 1014
Megalurus, weiß. Jura 1031
Meganteris, Dev.... 836
Megatherium, Dil...1259
Mehlbatzen, Muschk... 953
Mejonit i. Urkalkstein. 749
Melania, Weald. 1036; 1078, Eoc. 1143, Ol.....1163
Melanit i. Gest. 305; 545; 585
Melanopsis, Eoc. 1149, Ol. 1163, Neog.....1199
Melaphyr, Petr. 530, azoische Ff. 779, Grauwacke Ff. 847, Steink. 873, Rothl. 906, alp. Trias... 987
Melaphyrbreccie. 590; 592
Melaphyrconglomerat, Rothl. 898
Melaphyrische Gesteine 526
Melaphyrmandelstein.. 531
Melaphyrtuff..... 590
Melaporphyr. 531
Melilith i. Nephelinbasalt..... 545
Mellit i. Braunkohle.. 670
Menakan... 649
Mendoladolomit, alp. Trias.... 983
Menilit, Neogen 1201
Menhirs.....1267
Mensch, seine Schöpfungs- u. Entwickelungszeit.....1263
Mergel, Petr. 447; 599; 610, Dev. 826, Steink. 859, Zechst. 922, Buntf. 946, Muschk. 954, Keup. 964, Dog. 1012, weiß. Jura 1025, Krde. 1054, Tert. 1116, Dil. 1243
— bunte 946; 964, schwäbische, Lias...1007
Mergelige Conglomerate 611
Mergelkalkstein... ... 445
Mergelkrume..... 657
Mergelschiefer, Petr. 597, bituminöser 597, Rothl. 899, Zechst. 916, Lias 997, Dog. 1012, weiß. Jura..1025
Mesalia, Olig. 1181
Mesopithecus, Tert..1134
Mesozoische Formationen.....936—1104
Metabief, limonite de, Krde.....1077
Metalliferous limestone, Steink..... 858
Metamorphische Gesteine 673; 677, des Devon 827, der Grauwacke-Ff. 850
Metallseifen, Dil. 1239
Metamorphosirungsproceß 401
Meteorite, Entst..... 9
Meteorologie..... .. 5
Meulières, Olig. 1165; 1166
Miarolit 473
Miascit..... 502
Micaceous Schist, Petr. 566
Micaschiste..... 566
Micraster, Krde.....1064

Seite
Microdon, weiß. Jura 1031
Microlestes, Keup... 968
Mikrofluctuationsstructur... 385
Mikrokrystallinisches Gefüge... 385; 389
Mikrolithe... 385
Mikroskop bei der Gesteinsuntersuch.. 385; 413
Mikrosommitkrystalle in vulcan. Bomben... 305
Miliolitenkalk, Petr. 445, Tert... 1117
Milleporen, riffbauend 183
Millstonegrit, Steink. 886
Mimosite... 541
Mimosites, Ol... 1178
Mineralgänge... 698
Mineralische Holzkohle 663
Mineralogie als Hülfswissenschaft... 2
Mineralwasser 30, Lösvermögen... 330
Minerogene Gesteine 378; 418, Entstehung 672
Minette... 506
Miocän... 1194
Mitra, Ol. 1180, Neog. 1199
Mittelgebirge... 370
Mittelmoränen... 241
Mittelquader... 1090
Mittlerer Meeressand von Paris, Eoc... 1152
Mittlerer Süßwasserkalkstein und Gyps, Olig. i. Seinebecken 1164
Moceramus polyplocus im Dog... 1022
Moder... 189
Modiola, Ol... 1180
Modiola lithophaga am Serapistempel.. 338
Modiolopsis, Sil... 811
Mofetten... 8; 298
Molasse, ältere, Olig. 1192, dichte, Petr. 627, gemeine, Petr. 627, graue, Neog. 1204, mergel., Petr. 627, rothe, Olig. 1194, subalpine, Neog... 1204
Molasse ossifère, Olig... 1167
Molassesandstein, Petr. 627
Molybdänglanz i. Gneiß 483
Mond (Ebbe u. Fluth) 74, (Erdbeben)... 321
Monograpsus, Sil.. 811
Monomyarier, Sil... 810
Monotis, Trias 979; 985, Lias... 1005
Monotiskalk, Lias... 998
Montlivaltia, Muschk. 956, Krde... 1064
Montmartre, Olig... 1165
Montmilch, Zechst... 919
Monzonit... 987
Moorbeere... 55
Moore 50; 54; 171; 200 ff. s. Torfmoore.
Moorerz... 450
Moorerzbildungen.. 219
Moorerze... 219
Moorhaide s. Erica.
Moorkohle, Petr. 668, Keup... 966
Moose (Moore)... 51
Moosmoore... 1276
Moostorf... 193
Moränen... 240
Moränenblöcke, diluviale... 1230
Moräste... 50; 52
Morasterze... 219
Morscht } s. Marsch .. } 171
Morst } } 171
Mosasaurus, Krde... 1071
Moschusthiere, Tert.. 1134
Möser... 212
Mountain limestone, Steink... 858
Mozambique-Strom.. 82
Mühlensandstein, Steink... 886
Mühlsteinporphyr... 512
Mühlsteinquarz, Olig. 1165; 1166
Mulden... 688
Muldenthäler... 688
Münchenhofer Sand, Krde... 1096
Mündermergel, Weald. 1036
Mündungsmarschen... 172
Münsteria, Krde... 1062
Murchisonia 794, Sil. 817, Dev... 836
Murex, Ol. 1180, Neog... 1199
Muriacit s. Anhydrit.
Murmelthiere, Tert... 1134
Murren... 122
Muschelconglomerate.. 625
Muschelgrus... 648
Muschelkalk, eigentlicher, typischer... 953; 959
Muschelkalkformation... 952
Muschelkrebse, paläoz. Ff. 796, Dev... 838
Muschelsand... 648
Muschelsandstein, Petr. 625, Neogen... 1204
Myacites, Muschk. 957, alp. Trias... 982
Mylodon. Dil... 1259
Myoconcha, alp. Trias 984
Myophoria, Trias 942, Buntf. 949, Muschk. 957, Keup. 970, alp. Trias... 985
Myrianites, Sil... 812
Myrica, Ol. 1178, Neog... 1202
Myriophyllum (Torfbildung) 192; 195; 208
Myrtaceen, Krde... 1062
Mystriosaurus, Lias 1003
Mytilus, Zechst. 932, Neog... 1205

N.

Nadirfluth... 76
Nagelflue, Nagelfluh, Petr. 615, Tert... 1114
Nagelkalk, Lias... 997
Nagelstein... 615
Nagethiere, Tert. 1134, Dil... 1259
Najaden (Torfbildung) 195
Napfstein, Buntf... 947
Naphtha von Vulcanen exhalirt... 298
Naphthaquellen... 306
Nardus stricta, torfbildend... 192; 207
Nassa, Olig. 1180, Neog... 1207
Natica, Zechst. 932, Muschk. 958, Krde. 1083, Eoc. 1143, Neog... 1199
Natica globosa, Schichten der, weiß. Jura... 1039
Naticella, alp. Trias 982
Naticellenschichten, alp. Trias... 981
Natrolith als Felsgthl. 382; 417; 505; 517
Natroncarbonat in Quellen 31; 32, in Seen... 49

Seite

Natronglimmer i. Glimmerschiefer.... 566; 762
Natronphosphat in Quellen 32
Natronseen 49
Natronsilicat, Auslaugung aus Silicaten 37
Natronsulfat (Glaubersalz) i. Quell- 31, Fluß- 43, See- 49, Meerwasser 180, i. Torf 200
Nautileen 792, Sil. 814; 815
Nautilinen 791
Nautilus, Steink. 883, Zechst. 933, Trias 942, Muschk. 958, weiß. Jura 1031, Krde. 1068, Eoc. 1145; 1160
Navicula in Torf 198, Kieselguhr 182; 469, Krde. 1062
Nebenkrater 280
Nebenthäler, aufgesetzte 369
Nehrungen.... 164; 1237
Neithia, Neogen..... 1198
Neocom, Neocomien, 1074
Neogenformationen. 1194
Neophyrogene Tuffe u. Conglutinate 586
Nephelin als Felsgthl. 382; 417, Phonolith 516, Basaltite 544 — 585; 305
Nephelinbasalt.. 545
Nephelinbasaltmandelstein 546
Nephelinbasaltporphyr. 546
Nephelinbasalte..... 544
Nephelindolerit..... 544
Neptunische Gesteine.. 676
Nereïtenschichten, Sil. 823
Nereïtes, Sil..... 812
Nerinea, weiß. Jura. 1030
Nerineenschichten, weiß. Jura 1039
Nerita, Eoc. 1143, Neog. 1199
Neritina, Eoc. 1143, Ol. 1163, Dil.... 1229
Neuchatel, pierre jaune de, Krde.... 1077
Neuropteris, Dev. 831, Steink. 878, Rothl. 910, Dog... 1013
Newent-Sandstein, Trias 979

Seite

New Red Sandstone 893 (Rothliegendes), 943; 992 (Buntsandstein).
Niagarafall 47; 130
Niagaragruppe, Sil... 823
Nickelerze, Zechst. 925
Nickelglanz, Zechst.... 925
Niederungen 360
Niedrige Inseln 185; 188; 355
Nierenkalkstein, Dev... 844
Nilsonia, Lias 999, weiß. Jura.....1026
Nippfluthen..... 74; 76
Niso, Olig. 1180
Noberge, Zechst..... 928
Nodosaria, Krde. ...1063
Noeggerathia, Steink..... 880
Noirveaux, groupe de, Krde. 1077, calcaire de Noirveaux dessus, Krde.....1077
Norddeutschland, Olig. 1170, Neog. 1206, errat. Blöcke u. Sand 1227
Nordeocänformationen 1144
Nordische Geschiebe s. erratische.
Nördliches Meer.. 58; 60
Norit..... 526
Norwich-Crag, Neog..1209
Nosean i. Gest. 383. Phonolith. 517, Basaltite..... 545; 547
Nosean-Leucitophyre... 547
Noseanphonolith..... 518
Nothosaurus, Muschk. 959
Nucleolites, Dog. 1015, Krde. 1064, Eoc. 1143
Nucula, Muschk. 961, Lias 999, Dog. 1015, Krde. 1083, Eoc. 1146, Ol. 1180, Neog. ..1199
Nulliporenkalk, Tert...1118
Numismalenmergel, Lias.....1005
Nummulitenformation.....1154
Nummulitenkalk, Petr. 445, Tert.....1117
Nummulitensandstein, Tert.....1117
Nummulites, Eoc....1143

Seite

O.

Oberalmer Schichten, weiß. Jura 1044
Obere Juraformation.....1022
Oberer Meeressand, Olig.....1163
Oberer Süßwasserkalkstein u. Gyps, Olig..1166
Oberquader.....1095
Obolus 789, Sil..... 813
Obsidian.... .. 304; 460
Obsidianbreccie 598
Obsidianbimsstein..... 461
Ocean 58, s. Meer.
Oceanische Formationen 169; 720
Ockerdolomit, Keup... 965
Ockerkalk, Sil..... 823
Odontopteris, Steink. 878, Rothl..... 910
Odontostoma, Olig..1181
Odontornis, Krde....1071
Oehr s. Ortstein 219
Oeninger Kalksteine, Neogen.... 1118; 1204
Ogygia, Sil. 812
Old red Sandstone, Petr. 623.; 824 ff.; 845
Oldhamia, cambrisches Syst..... 773; 799
Olenus, Sil..... 812
Oligocänformationen..... ..1160
Oligoklas als Felsgthl. 416, Granit 471, Gneiß 481, Granulit 488, Felsitporphyr 492; 494, Sanidintrachyt 514, Diorit 523, Porphyrit 528, Andesit 535; 501; 505; 511; 517
Oligoklasfreier Sanidintrachyt 514, oligoklashaltiger S. .. 515
Oligoklasporphyrit.... 529
Olivin i. Gest. 383; 416, Basaltite 540; 517; 530; 560; 562; 585; 608
Olivinfels..... 456; 564
Omphacit i. Eklogit.. 563
Omphacitfels..... 563
Omphyma, Sil..... 816
Onchus, Sil..... 817

Seite
Oneida-Conglomerate, Sil. 823
Onondaga-Gruppe, Sil. 823
Onondaga-Kalkstein, Dev. 842
Oolite, great 1012; 1017
Oolith, Petr. 601, brauner, Dog. 1012, weißer, Dog. 1012
Oolithe ferrugineux, Dog. 1017
Oolithengebirge 993
Oolithische Eisenerze s. Eisenerze.
Oolithischer Kalkstein . 443
Oolithischer Sandstein. 622
Oolithisches Gefüge... 388
Oort s. Ortstein 219
Opal i. Gest....543; 586
Opalinusknollen, -thone, Dog. 1017; 1020
Opatowitzer Kalkstein, Muschk. 961
Operculina, Eoc. 1155; 1160
Ophiolite 561
Ophit 526
Ophiura, weiß. Jura. 1028
Orbitolites, Eoc. 1154
Orbitulina, Krde. 1063
Organismen, Lebensbedingungen u. Existenzfähigkeit derf. i. d. verschied. Perioden 722
Organismenkeime i. d. Atm. 10
Organismenreste i. d. geschichteten Formationen 722
Organogene (-lithische) Felsarten. 378; 430; 660
Organolithe 378; 660
Organolithschutt . .378; 658
Orgeln im Gyps 117; 125; 437
Oriskany-Sandstein, Dev. 842
Ornatenthon, Dog....1019
Orthis 789, Sil. 813; 815, Dev. 833, Zechst. 932
Orthoceras 792, Sil. 814; 815; 817, Dev. 837, Steink. 883, alp. Trias..... 985
Orthoceraskalkstein, Sil. 822
Orthoklas als Felsgthl. 416, Granit 471, Gneiß 481, Granulit 488, Felsitporphyr 492; 494, Syenit 501, Syenitporphyr 505
Orthoklas-Liebenerit-porphyr 506
Orthoklas-Oligoklas-Gesteine 471
Orthoklasporphyr, quarzfreier 505
Orthoneta, Sil. 817
Ortsand 220; 224
Ortstein..... 450; 648
Ortsteine 219, eigentliche 220, Bildung. 224
Osborne-Etage, Ol. ..1163
Oscarshal-Gruppe, Sil. 822
Oscillatorien i. d. Tiefsee 182, i. Torf 198, (Raseneisenbildung). 223
Oslo-Gruppe, Sil. ... 822
Ostcontinent 353
Ostcolith 440
Ostracodenkalk, Muschk. 960
Ostrea, Muschk. 957, Dog. 1015, weiß. Jura 1030, Krde. 1067, Eoc. 1143, Ol. 1179, Neog. ..1198
Otozoum, Trias 992
Ottrelitschiefer 573
St. Ouen, marnes et calcaire de, Olig. .1164
Oralit i. d. Braunkohle 670
Oxfordclay, Oxfordthon, Dog. 1018, weiß. Jura. 1025; 1039
Oxfordgruppe, weiß. Jura 1033
Oxydationsprocesse 12; 13; 38
Ozokerit i. Torf 198
Ozon, Wirkungen 12

P.

Pachycormus, weiß. Jura 1031
Pacifischer Ocean 58
Palacobium, Ol. ...1178
Palaeaster, Sil. 815
Palaeechinus, Steink. 882
Palaeobatrachus, Tert. 1179
Palaeomeryx, Tert. .1134
Palaeoniscus 797, Steink. 884, Rothl. 911, Zechst. 933
Palaeotherium, Tert. 1133
Palaeopétre 491
Paläontologie..... 2
Paläopyrogene Tuffe u. Conglutinate 589
Paläozoische Formationen ..... 783—936
Palagonittuff 589
Palladium, Dil. 1239
Paludina, Weald. 1036, Eoc. 1145; 1149; 1152, Ol. 1163, Neog. 1199, Dil. 1229
Panopaea, Zechst. 932, Eoc. 1146
Papierkohle 669
Paradoxides bohemicus, Sil. 796
Paragonit i. Glimmerschiefer 566; 762, Phyllit 765
Paragonitschiefer 569
Paralische Steinkohlenformation.... 856; 866
Parallelformationen... 721
Parallelstructur der Schichten 682
Pariser Becken 1148
Pariser Grobkalk, Tert. 1117
Pariser Stufe, Tert. .1139
Paris-Tertiary-Group 1146
Parrotia, Neog. 1203
Partnach-Schichten, alp. Trias..... 984
Pässe. 134; 371
Paulitfels..... 560
Paulslipptuff 586
Pechkohle 668
Pechkohlenschichten, Olig. 1192
Pechsand 648
Pechsteine, Steink..... 873
Pechsteinfels 463
Pechsteinporphyr 463
Pechthonstein 463
Pechtorf 190; 195
Pecopteris, Keup. 967, Dog. 1013
Pecten, Zechst. 932, Trias 942, Buntf. 949, Muschk. 957, Keup. 979, Lias 999, Dog. 1015, weiß. Jura 1030, Krde.

Seite
1067, Eoc. 1160, Ol. 1179, Neog. 1198
Pectunculus, Eoc. 1146; 1149, Ol. 1165, Neog. 1199; 1207
Pegmatit 473
Pelagische s. Tiefseebildungen.
Pelagische Inseln 355, Formationen 720
Pelagische Steinkohlenformation 856; 866
Pelagocalcit, Steink... 858
Pelagosaurus, Lias..1003
Pelitisches Gefüge 410
Pemphix, Muschk.... 958
Pennigmalm 221
Pentacrinus, Lias 999, weiß. Jura 1028, Krde. 1064
Pentamus 790, Sil. 815, Dev..... 833
Pentameruskalkstein, Sil. 823
Pentatrematites, Dev. 832, Steink. 882
Peperin 589
Peressips 164
Perioden, geologische, Begriff 730, tabellar. Uebers. ders..... 733
Perlit..... 304; 462
Perlitbimsstein..... 461
Perlitfels 462
Perlitporphyr..... 462
Perlitstructur..... 389
Perlsand..... 646
Perlsteinstructur..... 389
Permische Formation 891
Perna, Krde. 1077
Persoonia, Eoc. 1158, Ol. 1178
Perustrom 81
Petrefactenkunde..... 2
Petrographie 4; 378 ff. s. Felsarten.
Petroleum, Dev..... 828
Petrosilex..... 490
Pfahlbauten 1167
Pfahlquarz..... 747
Pflanzen, bei der Torfbildung 191, bei der Raseneisenbildung 233, bei der Felsverwitterung.. 394; 407
Pflanzenschuttbildungen..... 188
Pflanzenzersetzung 189
Seite
Phacops, Dev. 796, Sil. 817, Dev..... 837
Phascolotherium, Dog. 1014
Phengite.....519
Phillipsia, Steink.... 884
Phoenicites, Ol.....1178
Pholadomya, Dog. 1015, weiß. Jura 1030, Eoc. 1143
Pholadomyen-Mergel, Dog. 1021
Phonolith, Petr. 516, Tert. 1120
Phonolithausbrüche... 308
Phonolithconglomerat. 588
Phonolithe der prähistor. Vulcane 308
Phonolithkegel 309
Phonolithlava 518
Phonolithporphyr 517
Phonolithtuff 588
Phorus. Ol.....1180
Phosphathalite..... 439
Phosphorit (fels), Petr. 439, Dev. 829, Krde. 1054
Phragmoceras, Sil. 814; 817, Dev..... 837
Phtanite 466
Phyllade 571
Phyllit..... 571
Phyllite 519
Physa, Weald. 1078, Eoc. 1149
Physik..... 2
Phytogenite..... 662; 218
Picotit i. Olivinfels .. 564
Pierre sonore..... 516
Pierre verte..... 526
Pietra della Tolfa.. 587
Pietra forte, Krde...1056
Pikrit..... 564
Piltongruppe, Dev.... 845
Pinit i. Gest. ...473; 495
Pinites, Dog. 1014, Ol. 1178
Pinitgranit..... 473
Pinitoid i. Granit.... 472
Pinperdu, Mergel von, Lias 1007
Pinularia, Kieselguhr. 182
Pinus, Eoc. 1157, Ol. 1178, Neog. 1202; 1206
Piperino 290; 300, Petr. 635
Pisanella, Ol.....1180
Pisolithisches Gefüge.. 388
Pisonia, Eoc.....1158
Seite
Pistazit s. Epidot.
Pistazitfels..... 459
Pitchstone..... 463
Placodus, Muschk.... 959
Placoiden, Dog. 1016
Plagioklas i. Andesit 536, Dolerit 541, Basalt 542
Plagioklasanamesit ... 542
Plagioklasbasalt..... 542
Plagioklasbasaltite, Petr. 541
Plagioklasdolerit 541
Pläner, Plänermergel-, kalk- und sandstein, Krde. 1055; 1086; 1092
Planera, Eoc. 1158, Neog. 1201
Planorbis, Weald. 1036; 1078, Ol. 1163, Neog. 1203, Dil. 1228
Plassenberg, Kalkstein des, weiß. Jura ...1046
Plastischer Thon, Petr. 653, Zone des, Tert. 1149, Dil. 1245
Plateaugebirge...365; 368
Plateaus 362
Plateauthäler..... 369
Platicrinus, Steink... 882
Platin, Dil.....1240
Plattenerz, Plättererz, Petr. 622, Buntf... 945
Plattenförmige Absonderung 309
Plattenkalkstein, Steink. 859, weiß. Jura 1024; 1033
Plattensandstein, Rothl. 899, Buntf..... 950
Platysomus 797, Zechst. 933
Plectrodus, Sil..... 817
Plesiosaurus, Lias 1003, Dog. 1016, weiß. Jura 1031, Krde. 1071
Pleurodictyum, Dev. 833
Pleurotoma, Eoc. 1143, Ol. 1180, Neog....1199
Pleurotomaria, Dev. 833, Steink. 883, Zechst. 932, Lias 999, Eoc. 1160
Pliocän 1194
Pliopithecus, Tert...1134
Plutonische Erdbeben.. 314
Plymouth-Gruppe, Dev. 845
Poa aquatica (Torfbildung)..... 208
Pocilloporen, riffbauend, 183

Seite
Podocaria, Dog. ...1014
Podocarpus, Eoc... 1157
Podogonium, Ol....1178
Polargletscher... 242; 245
Polirschiefer..... .. 469
Pollicipes, Krde.....1071
Polyactinien, paläoz. Ff. 787
Polycystineen i. d. Tiefsee 182
Polyhalit mit Steinsalz 432, Zechst.. 923
Polypen, korallenbauende 183, paläoz... 786
Pönsandstein, Dev.... 844
Populus, Neog.....1201
Porcelain-Clay..... 652
Porcellanerde..... 652
Porcellanjaspis, Petr. 655, Neog. 1201
Porcellanite, Grauwacke-Ff. 853
Porfido rosso antico 529
Porfido verte antico 557
Pröser Kalk..... 444
Porphyr, quarzführender 491, schwarzer. 530
Porphyrbreccie.. 589; 592
Porphyrconglomerat.. 612
Porphyr-Granit-Conglomerat..... 614
Porphyrischer Hornblendeandesit..... 536
Porphyrischer Quarztrachyt..... 512
Porphyrisches Gefüge. 386
Porphyrit 505; 506; 528; 530
Porphyritconglomerat. 898
Porphyrites..... 529
Porphyritfindlinge.... 643
Porphyrkugeln...897; 493
Porphyr-Melaphyr-Conglomerat...612; 614
Porphyroid, Petr. 487, Sil. 805, Dev. 828; 851
Porphyrsandstein..... 590
Porphyrschiefer..... 516
Porphyrtuff..... ... 589
Portage-Gruppe, Dev. 843
Portlandkalk, weiß. Jura 1039
Portlandsand, weiß. Jura.....1039
Portlandstone, Dog. 1019
Posidonia, alp. Trias 982
Posidonienschiefer, Lias 1005
Posidonomya, Steink. 883, Keup, 968; 979, Lias 999
Posidonomyenschiefer, Steink. 883
Seite
Potamogeton (Torfbildung)..... 192
Poteriocrinus, Steink. 882
Pötschenkalk, alp. Trias 981
Potsdamsandstein, Sil. 823
Prehnit i. Gest...505; 532
Preißelmoore..... 1276
Primitive Urschiefergesteine..... 742
Primitive Schieferformation..... 760
Primordial-Gruppe, Sil. 822
Productive Steinkohlenformation.....861; 866
Productus 790, Dev. 836, Steink. 882, Zechst... 932
Proëtus, Sil..... 812
Proterosaurus, Zechst. 933
Protisten i. d. Tiefsee. 182
Protobastit i. Enstatitfels..... 563
Protocardia, Krde...1067
Protocardium, Keup. 968; 979
Protogingneiß..... 483
Protogingranit..... 473
Prunus, Olig.....1178
Psammitisches Gefüge. 410
Psammodus, Steink. 884
Psaronius, Rothl.... 911
Psephytisches Gefüge.. 410
Psilomelan, Rothl.... 908
Psilonotenbank, Lias..1007
Psilophyton, Dev... 831
Pterichthys..... 797
Pterinea, Sil. 817, Dev. 836
Pteroceras, weiß. Jura.....1031
Pteroceras-schichten, weiß. Jura.....1039
Pterodactylus, weiß. Jura 1027, Krde. .1071
Pterophyllum, Keup. 967, Lias 998, Dog. 1014, weiß. Jura..1026
Pteropoden..... 793
Pterygotus, Dev. 796, Sil..... 817
Ptycholepis, Lias...1003
Puddingstein..... 606
Pugnaceen-Mergel, Dog. 1021
Pullastra, Trias.... 979
Pulvereisenerze, Dog. .1013
Seite
Pulverthurmschichten, Krde..... 1092
Pumit..... 461
Pupa, Neog. 1205, Dil.... 1246
Purbeckformation.....1036
Purbeckmarmor.....1036
Purlemalm 221
Purpurea, Olig.....1180
Puzzolan 586
Pycnodus, Dog.....1016
Pygopterus, Zechst. . 933
Pyknit i. Granit..... 474
Pyrina, Krde. 1077
Pyrit i. Gest. (s. a. Eisenkies) 523; 532, Steink. 863, Krde. .1054
Pyrogene Breccien 585, Conglomerate 585, Erdbeben 331, Gesteine 673; 676; 693, Inseln 356, klastische Gesteine 584, krystallinisch-klastische Gest 591, Lager 697, Sandstein.... 585
Pyrogenite.. 673
Pyrolusit, Rothl. 908
Pyromorphit, Steink.. 874
Pyrop i. Serpentin 455, Dil ... .1239
Pyropissit..... 669
Pyroxen s. Augit.
Pyroxenit..... 459
Pyrula, Neog.....1199

Q.

Quaderformation...1048
Quadersandstein, Petr. 623, Krde.....1054
Quartärzeit... . ..1111
Quarz, Drusen ausfüllend 37, auf Gängen 700; 782, als Felsgthl. 382; 416, Zersetzung 399, Granit 471, Gneiß 481, Granulit 488, Felsitfels 490, Felsitporphyr 492; 494, Quarztrachyt 509, Corsit 527, Andesit 535, Turmalinfels 565, Greisen 565, Itakolumit 565, Glimmerschiefer 566;

Seite
763, Urthonschiefer 571; 765, Sericitschiefer 573, Arkose 607, Sand 646; 457; 458; 487; 501; 528; 531; 554; 563; 595; 596; 611; 770
— biegsamer... 565
Quarzbreccie..... 606
Quarzconglomerat ... 611
Quarzdiabas 556
Quarzfels, Petr 464
Quarzfreier Hornblendeandesit 537, Orthoklasporphyr 505, Trachyt..... 514
Quarzführender Hornblendeandesit 536, Porphyr..... ... 491
Quarzglimmerdiorit .. 526
Quarz-Gneiß-Conglomerat. 614
Quarz-Granit-Conglomerat.. 614
Quarzit, Petr. 464, Laurent. 747, Huron. 76 , Sil. 803, Olig. 1173
Quarzitschiefer, Petr. 465, Laurent. 747, Huron. 769
Quarzoligoklasporphyrit 529
Quarzporphyr..... 491
Quarzsand..... 646
Quarzschiefer..... 465
Quarztrachyt, Petr. 509, felsitischer 512, granitischer 512, lithoidischer 512, porphyrischer 512, sphärolitischer.... 512
Quarztrachytporphyr.. 511
Quebben 51
Queckfilber erze) i. Sil. 806, Rothl. 908, Trias..... 984
Quellen 16 ff., Bildung 16, Temperaturverhältniſſe 21, Beſtandtheile des Quellwaſſers 29, Wirkungskreis des Quellwaſſers.. 34; 330
— intermittirende 20, kalte u. warme 21, heiße 24 (Wirkungen 392), vulcaniſche... 25
Quellerze..... 219
Quellſand 646
Quellſäure, Wirken 111; 396
Quellſaures Ammoniak, Wirken.....112; 396
Quellſeen..... 47
Quercus, Ol. 1178, Neog..... 1202
Querſpalten der Gletſcher 238
Querthäler. 138; 373

R.

Radiale Gliederung der Maſſengebirge 366
Radiolite-, Krde. 1066; 1097
Raibler Schichten, alp. Trias..... 985
Ramificationen 695
Rana, Tert.....1179
Randthäler 373
Rapilli, Petr..... 635
Rappakiwi..... 473
Raſeneiſenerz, Petr. 450; 219, Bildung..... 222
Raſeneiſenſteine 219, Bildung..... 222
Rastrites, Sil..... 813
Raubthiere, Tert. 1134, Dil.....1258
Rauchwacke, Petr. 446; 605, Zechſt..... 918
Rauchkalk, Petr. 445; 446, Zechſt..... 918
Reading-Series, Tert. 1145
Receptaculites, Dev. 834
Rectanguläre Abſonderung..... .. 105
Regenſchluchten.. 92; 1283
Regentropfen, urweltliche..... 682
Regenwaſſer, Schöpfungen 92, Dil..1238
Regenwaſſerſeen..... 47
Reibungsbreccien..... 592
Reichenhaller Kalk, alp. Trias..... 981
Reinhauſener Schichten, Krde.. 1092
Reliefveränderungen der Erdoberfläche..336; 348
Remthier, Dil.....1260
Retepora, Sil. 815, Neog..... 1198
Retinalithe i. Torflagern 198
Retinit, Petr. 463, in Torf 198, Braunkohle 670
Retzia, Muſchk..... 956
Rhamnus, Ol. 1178, Neog..... 1201
Rhamphorhynchus, weiß. Jura 1027
Rhät-Gruppe..... 969
Rhinoceros, Tert. 1134, Dil.....1260
Rhizocorallium, Buntſ. 949; 956, Muſchk..... 961
Rhizopoden i. d. Tieffee 182
Rhodocrinus, Dev. 833, weiß. Jura...1028
Rhomboëdriſche Abſonderung 105
Rhön, Neogen.....1206
Rhus, Eoc. 1158, Ol. 1178
Rhynchonella, Sil. 817, Dev. 833, Muſchk. 957, alp. Trias 986, Lias 999, Dog. 1014, weiß. Jura 1030, Krde...1065
Rhyolith ſ. Ryolith.
Riede..... 212
Riedgräſer (Torfbildung) 52; 192. s. 62
Riegel der Gebirge .. 367
Rieſenelch, Dil.....1259
Rieſenkeſſel..... 126
Rieſentöpfe..... 125
Riffbauende Korallen . 183
Rifffandſtein, Krde....1082
Rindenflechten, Verwitterung einleitend... 394
Ringicula, Ol. 1180, Neog.....1207
Ringinſeln 266; 285
Ringwälle, vulcaniſche 285
Rinnen..... 688
Rissoa, Ol. 1164, Neog.....1199
Rogenſtein..... 443; 601
— oberer, Dog.....1021
Rogenſteinartiges Gefüge 388
Röhriger Kalk..... 444
Roßfeld, Mergel vom, Krde.....1076
Rostellaria, Krde. 1083, Eoc.....1143
Röth, Buntſ.... 946; 950
Rotheiſenerz, Petr. 452, Laurent. 754, Huron. 772, Sil. 804. Dev. 828, Grauwacke-Ff. 849, Rothl..... 908
Röthel..... 453

Seite
Röthelschiefer 597, Rothl. 898
Rother Gneiß 482, Schieferthon 597, Sandstein 623
Rothes Thonflötz, Buntf. 946,
Rothes Thonlager, Buntf. 950
Rothliegendes 893
Rothnickelkies, Zechst. . 925
Rothtodtliegendes 893
Rotirende Erdbeben... 312
Rubellan i. Gest. 531; 544; 546; 560
Rücken 365; 371; 688
Rücken (Gänge), Zechst. 925
Rückenförmiger Schichtenbau 687
Rückengebirge... 365; 367
Rückenkammgebirge... 367
Rudisten, Krde.....1066
Rudistenkalksteine, Krde. 1056; 1066; 1076
Rugosen, Dev. 834, Steink. 881
Ruinenmergel 599
Rundhöcker 1222
Rundkörniges Gefüge. 409
Rupelien, Tert.....1138
Rupelthon, Olig.....1188
Rußkohle 665
Rutil i. Gest. 457; 465; 474 523; 568; 608
Rutschflächen 689
Rybnaër Kalkstein, Muschk. 961
Ryolith 509
Rylithporphyr 512

S.

Saalbänder 707
Sabal, Eoc. 1158, Ol. 1178, Neog. ..1205
Sables moyens, Eoc. von Paris 1152
Sables supérieurs, Olig. 1165
Sächsische Schweiz .. 103
Säculare Hebungen u. Senkungen 337
Sagenaria. Steink... 889
Sahara-Stufe, Tert...1141
Sahlit, Malakolithfels 459
Saigere Gänge..... 707
Sainte croix, groupe de, Krde. 1077
Salenia, Krde.....1064
Sal gemme 431, Sal di pietra 431
Salinischer Kalkstein, Petr. 442
Salins, Schichten von, Lias..... ...1007
Salix, Ol. 1178, Neog. 1201
Salmiak (Chlorammonium) i. d. Atm. 9, in Quellen 32
Salpeter, Bildung 12, in Gesteinen..... 416
Salpetersäure i. d. Atm. 9, Bildung 12
Salsen..... 305
Salt Rock. 431
Salzbergmergel, Krde. 1096
Salzquellen, Steink.. 860
Salzsäure s. Chlorwasserstoffsäure.
Salzthon, Petr. 653, Muschk. 955, Keup. 965
Salzwasser 31
Salzwasserseen..... 48
Samland, Ol.....1186
Sand, Petr. 644 ff., Steink. 857, weiß. Jura 1025, Krde. 1052, Tert. 1116, Dil..... 1219 ff.; 1234
Sand, Fortfluthung u. Absetzung....157; 1227
— vulkanischer 635
Sandbänke 11; 170
Sanderz, Zechst..... 916
Sandiges Magneteisen. 649
Sandkalk 445
Sandkegel 333
Sandkohlen 665
Sandkrater 333
Sandstein, dolomitischer 625, eisenschüssiger 623; 1010, glaukonitischer 622; 628; 1052, grauer des Grauliegenden 626, kalkiger 625, kieseliger 802, mergeliger 626, oolithischer 622, rother 623
Sandsteine 410; 577, i. d. verschied. Formationen 716, hydrogene 609; 618, pyrogene 585, thonige 620, Laurent. 728, Sil. 802, Dev. 827, Steink. 856, Rothl. 897, Zechst. 916, Buntf. 943, Keup. 966, Lias 996, Dog. 1010, weiß. Jura 1025, Krde. 1051, Tert. 1115
Sandsteiniges Gefüge. 410
Sandsteinschiefer, Steink. 857, Buntf. 943
Sanduhren 118
Sandwüsten, Entst.... 11
Sanidin i. Gest. 305; 460; 462; 507; 545; 548; 585
Sanidingesteine 507
Sanidintrachyt 514
Santalum, Eoc.....1158
Sapindus, Ol.....1178
Sapotacites, Eoc. 1158, Ol.....1178
Sapphir i. Gest. 483; 544; 546
Sarmatische Stufe, Tert.....1197; 1200
Sassafras, Ol. 1178
Sättel 365; 371; 685; 688
Sattelförmiger Schichtenbau 687
Sattelrücken.....685; 687
Säuerlinge..... 8; 31
Sauerstoff, Menge i. d. Atm. 7, geol. Thätigkeit S. 86, §§. 8; 15; 123.
Sauerwasser 31
Säugethiere, Reste in Höhlen 117, Torfmooren 199, Trias 968; 992, Dog. 1014, Krde. 1071, Tert. 1133, Dil. 1258
Saugkiesel 469
Säulenförmige Absonderung.. 105; 107; 309
Saurichnites, Zechst.. 933
Saurichthys, Muschk. 958, Keup. 968
Saurier, Muschk. 959, Keup. 968, Lias 1003, Dog. 1016
Saussuritgabbro 562
Saustein, Petr. 445, Zechst. 918
Scaglia, Krde.....1056
Scalaria, Ol.....1180
Scaldesien, Tert. ...1140
Scalpellum, Krde. ..1071

Seite
Scaphites, Krde. 1069
Schalstein, Petr. 591, Sil. 804, Dev. 827, Grauwacke-Ff. 848
Schalsteinbreccie 591
Schalsteinporphyr 591
Schambelen, Schichten von, Lias 1007
Schären, Steink..... 863
Scharten 365; 371
Schaumkalk, Zechst.919, Muschk. 953; 960
Scheererit i. Torf 198, Braunkohle 670
Scheingräser (Torfbildung) 192; 208
Scheitel der Gebirge.. 371
Scheuersand, durch Gletscher 1230
Schichten 675, Bildg. 679, Lagerungsverhältnisse 683
— gekräuselte, wellenförmige 687
— abweichende, antiklinale, geradlaufende, gleichförmige, synklinale, übergreifende, umlaufende, ungleichförmige 692
Schichtenkopf ... 683; 691
Schichtspalten... 675; 679
Schichtungsfugen 679
Schichtwasser..... 18
Schiefer, grüne, Petr. 556, Dev..... 828
Schiefergesteine, klastische 594, krystallinische, Entstehung 673; 676
Schieferiges Gefüge... 388
Schieferkalksteine, Dev. 825
Schieferkohle 664; 669
Schieferkopf, Zechst... 928
Schieferletten, Petr. 596, Rothl. 898, Buntsf. 943, Keup. 966
— eisenschüssiger..... 597
Schieferthon, Petr. 596, Charakter i. d. verschiedenen Formationen 718, Sil. 802, Steink 857, Rothl. 898, Buntsf. 946, Keup. 964; 966, Lias 996, Dog. 1011, weiß. Jura 1025, Krde. 1054, Tert. 1174; 1201
Schieferung 682
Schieferung, transversale, falsche..... 682
Schildkrebse, Sil..... 817
Schildkröten, Tert....1133
Schilfe (Torfbildung) 52; 208
Schilfsandstein, Keup.. 967
Schillerfels 561; 563
Schillerspath i. Serpentinfels 455, Enstatitfels 563
Schiste corné..... 516
Schiste argileux ... 571
Schizodus, Zechst.... 932
Schlacken, vulcanische, Bildung 302
Schlackenkegel... 289; 302
Schlackenkuchen 635
Schlackenlava 304
Schlackiges Gefüge... 389
Schlagende Wetter ... 871
Schlammablagerung in Fließwassern 159
Schlammgewässer 50
Schlämmkraft des Wassers 30; 44; 157; 252
Schlammkrater 333
Schlämmlehm, -thon, Quartär 1274
Schlammmurren..... 122
Schlammpfühle..... 50
Schlämmversuche mit Gesteinspulver..... 412
Schlammvulcane 305; 26; 219
Schlammwasserausbrüche von Vulcanen 292
Schlangenwulste 681, Muschk..... 952
Schlerndolomit, alp. Trias 985
Schlick in Watten und Marschen 172
Schliffe (Gletscher-) 241; 1221
Schlifffschutt... 640
Schlot der Vulcanberge 279
Schlötei Gyps 110; 125; 437
Schlotten in Gyps 110; 437
Schluchten 371, Bildg. durch Fließwasser 128; 133
Schluchten-Knochenablagerungen, Dil....1249
Schmutzstreifen 237
Schnee, ewiger, Bildungen dess. 229 ff., Grenze dess. 230, Region dess..... 230
Schneeeis 431
Schnurenthäler 373
Schörl s. Turmalin.
Schollerde .196; 217; 659
Schotter..... 629
Schrambach, Kalkmergel von, Krde...1076
Schratten 96, i. Gyps 437
Schrattenkalk, Krde...1076
Schreibkreide, Krde. ..1056
Schriftgranit..... 473
Schründe..... 372
Schuppenbäume, Steink..... 879
Schurfflechten als Einleiter der Verwitterung 394
Schutt, Transport u. Ablagerung dess. durch Wasser 152 ff.; 631; 641; 1234, Art des Schuttes 152, Ablagerung in u. an Fließw. 158; 1241, in stehenden Gew. 160; 163 — 172; 1241, durch Gletscher u. Eisinseln §§. 78; 429—434 (Diluvium).
Schuttbildungen, marine 1234, pluviatile 1238, lacustre u. fluviatile i. d. Diluvialzeit.....1241
Schuttkegel, durch Fließwasser erzeugt 160, vulcanische 289; 290
Schutt-Lavakegel..... 290
Schutt-Terrassen 160; 338, Dil. 1234
Schwäbische Mergel, Lias 1007
Schwammtorf..... 193
Schwarze Juraformation..... 995
Schwarze Kreide, Petr. 595, Sil..... 800
Schwarzkohlen s. Steinkohlen.
Schwebende Gänge... 707
Schwefel i. Torf 200, i. Kratern 297, i. Gest. 383; 437; 465; 670
Schwefelalkalien i. vulc. Quellen..... 25
Schwefelerze i. Gest .. 383
Schwefelige Säure i. vulcan. Quellen 25,

Seite

von Vulcanen exhalirt 297
Schwefelkies (s. a. Eisenkies), Umwandlung in Eisenvitriol .. 12; 38
Schwefelmetalle, Bildung an Vulcanen 297, Umwandlung in Sulfate 12; 38
Schwefelsäuredämpfe, Einfluß derf. 392
Schwefelwasser 31
Schwefelwasserstoff i. d. Atm. 9, in Quellen 31, aus Vulcanen 297, Wirkungen... 392
Schwein, Tert. 1179, Dil. 1260
Schwemmschutt. 640
Schwerspath, Petr. 438, Hohlräume ausfüllend 37, auf Gängen 700; 705, Steink. 863, Rothl. 908, Zechst. 925
Schwinden der Schichten 684
Schwül, Steink. 863
Schwülen, Zechst. 916
Scirpus (Torfbildung) 208
Scolecolithus, Sil... 812
Scyphia, Dev. 834, Muschk. 956, weiß. Jura 1028, Krde...1063
Scyphienkalke, weiß. Jura 1033
Seeerze.....219; 220
Seeigel, paläoz. Fi.... 788
Seehunde, Tert. 1134
Seelöcher..... 118
Seemarsch 659
Seemarschen 172
Seen 45; 47; 254, Lagerorte u. Entst. 44, Entst. an Meeresküsten 151, aus Flußläufen 161, chemische u. mechan. Beimengungen, Arten 47, Entleerung 20; 45; 46; 130; 142, Ablagerung von Mineralschutt in denf. u. Ausfüllung 46; 160; 163 ff.; 283.; 1241, Vermoorung, Vertorfung u. Umwandlung zu Land 46; 50; 52; §§. 62—65, Steinkohlenbildung 867, Wasserstand 53, außergewöhnliche Bewegungen 53, durch Erdbeben erzeugt 335, Temperatur des Seew. 54, Erosion. 140
Seifenformationen, Seifengebirge, Dil.....1239
Seinebecken, Eoc. 1148, Olig. 1164
Seismograph..... 316
Seismometer..... 316
Seißer Schichten, alp. Trias..... 982
Seitenkrater..... 281
Seitenmoränen 239; 240; 1222
Seitenthäler..... 373
Selagineen, Steink.... 878
Sélagite 560
Semionotus, Keup... 968
Semionotussandstein, Keup..... 971
Senkungen der Erdoberfläche.. 337
Senon, Senonien,...1095
Septarien, Petr. 600, Muschk. 954, Lias 997, Dog. 1011, Tert. 1116
Septarienthon, Tert. 1116; 1169; 1188
Sequoia, Eoc. 1157, Ol. 1178, Neog. 1202; 1206
Serapistempel bei Puzzuoli 359
Sericitglimmerschiefer. 569
Sericitphyllit, Petr... 573
Sericitschiefer, Petr. 573, Dev..... 828
Serpentin, Petr. 455; 562, Zersetzung 400, i. Urkalkstein 749; 770, Lager i. Laurent. 751, Huron. 769, Grauwacke-Fi.... 853
Serpentinen der Flüsse 41
Serpentinfels..... 455
Serpentinit 561
Serpula, Weald. 1036, Eoc. 1143
Serpulitenkalkstein, Weald.....1036
Serpulites, Sil..... 812
Servius-Schiefer, alp. Trias..... 981

Seite

Sewenkalk, Krde. 1056; 1087; 1096, Sewenmergel, Krde. 1093
Shell-Limestone, Zechst. 929
Shoharie-Gruppe, Sil. 823
Shoharie-Sandstein, Dev. 842
Siderolithes, Krde.. 1063
Siderose..... 448
Sigillaria, Steink.... 879
Silber i. Gest. 383; 474; 532, Zechst... 917
Silber(erze), Laurent. 754, Gänge i. d. azoischen Fi. 782
Silicate (einfache kryst. Gesteine) 454, — Zersetzung derf. 13; 36; §. 123
Silicous schist..... 466
Silurformation. . 798
Silurische Formation. 798
Simsen (Torfbildung) 192
Sinterbildung in Höhlen 113
Sinterkohlen 665
Sinterpolster..... 114
Sintersäulen..... 114
Sinterströme..... 113
Sinterüberzüge..... 114
Siphonia, Sil. 811, Krde. 1063
Skapolith i. Urkalkstein 749
Skonca-Schichten, alp. Trias..... 984
Skorpione, Steink.... 884
Skraggemalm..... 221
Smaragd, Glimmerschiefer..... 568
Smaragdit, Felsgthl. 382, Eklogit..... 563
Smaragditfels..... 563
Smaragditgabbro.... 562
Soda, Absatz in Seen 49
Sodalith i. Gest. 305; 502; 514; 545
Sodaseen..... 49
Sodawasser..... 31
Sohlfläche der Schichten 691
Soissons, unterer Sand von, Tert. 1149, oberer 1150
Soissons-Stufe, Tert. 1139
Solarium, Ol.....1180
Solen, Ol. 1180
Solenhofer Kalk- oder Lithographenschiefer, weiß. Jura. 1024; 1033

Seite
Solfataren 298
Sommerschichte 680
Sonne (Erdbeben) ... 321
Soolen, Soolquellen s. Kochsalzwasser.
Sophora, Eoc. 1158
Sotzka, Tertiär von, .1157
Spalten, Ausfüllung derf. 402, Bildung durch Erdbeben 332
Spalten der Gletscher. 238
Spaltenbreccie, Petr. 617, Dil. 1249
Spaltenthäler 372
Spaltungsthäler 137
Spatangenkalk, Krde. .1076
Spatheisenstein, Petr. 448, thoniger, Petr. 449, Entst. 222
Spathose Iron 448
Spathsand, Neogen ...1208
Speckstein i. Gypsfels 437, Huron 770
Specktorf 195
Speetonclay, Krde. 1054; 1077
Speiskobalt, Laurent. 753, Zechst. 925
Spermophilus, Dil. .1259
Sphaerexochus, Sil. 812
Sphaerococcites, Lias 999, weiß. Jura 1026, Krde. 1062
Sphaerocrinus, Dev. 833
Sphaerulites, Krde. 1087; 1097
Sphagnum, (Torfbildung) 51; 192; 193; 203
Sphärolith 304
Sphärolithischer Felsitporphyr 493, Quarztrachyt 512
Sphärolitisches Gefüge 388
Sphärosiderit, Petr. 449; 543; 597, Steink. 857; 860, Keup. 965, Lias 998, Dog. 1013
Sphärulitenkalksteine, Krde. 1066
Sphenophyllum, Dev. 831, Steink. 877
Sphenopteris, Dev. 831, Steink. 877, Rothl. 910, Dog. 1013, weiß. Jura. 1026
Spiegel 689
Spilit 530; 556
Seite
Spilosite, Petr. 573, Grauwacke-Ff. 851
Spinell, Gneiß 483, Urkalkstein 748, Dil. 1239
Spinnen, Steink. 884, weiß. Jura 1027
Spirifer 789, Sil. 817, Dev. 836, Steink. 882, Zechst. 932, Trias 942, Muschk. 957, Lias . 999
Spirifer-Zone, Dev.. 845
Spiriferensandstein, Dev. 844
Spiriferina, Muschk.. 960
Spirigera, Dev. 833, alp. Trias. 986
Spirigerina, Sil. 813, Dev. 833, Muschk.. 960
Spirorbis, Dev..... 833
Spizasalz, Tert. 1119
Spondylus, Krde. 1067, Eoc. 1160, Ol. 1179
Spongia, Muschk. 956
Spongien, Sil. 816, weiß. Jura 1027, Krde. 1063
Spongien- od. Spongitenkalksteine, weiß. Jura 1024; 1033
Sprengschutt 640
Springfluthen 74; 76, Wirkungen 149
Springquellen..... 26
Staffelit 440
Staffelsteine..... 362
Stalagmiten .. 113; 114
Stalaktiten..... 113
Stangenkohle..... 663
Starhemberger Schichten 986
Staßfurt, Steinsalzlager 922
Staubsand..... 646
Staubtorf..... 196
Staurocephalus, Sil. 817
Staurolith i. Gest. 383; 457; 474; 483; 572
Staurolithenschiefer... 573
Steensalt..... 431
Stehende Gewässer. 44
Steinbock, Dil. 1260
Steinerne Meere 115; 119
Steinkohle, Petr. 664, Bildung 218; 862, Dev. 828, Lias 998, Dog. 1013 Krde. 1060, Unterschied v. d. Braunk. 1124
Seite
Steinkohle, harzige.... 668
Steinkohlenflötze, Steink. 861, Bildung 862; 867. — Im Rothl. 899
— brennende, Einfluß auf Gestein 391
Steinkohlenformation 854
Steinmark 652; 495
Steinmergel, Keup... 964
Steinpflaster, Dil. ..1229
Steinsalz (Kochsalz, Chlornatrium) Petr. 431, i. d. Atm. 9, Auflöslichkeit 34, im Quell- 31, See- 48, Fluß- 43, Meerwasser 63, abgesetzt in Seen 49, im Meere 180, im Torf 200, Thon 654
— Sil. 805. Steink. 860, Zechst. 922, Buntf. 947, Muschk. 955, Keup. 965, alp. Trias 985, Tert. ..1118
Steinsalzlager, Auflösung 39; 109
Steinschutt, Petr. 631, Lagerstätten 631; 640, Fortfluthung u. Absetzung 156; 248 (s. Schutt).
Steinwälder 102
Stengeliges Gefüge... 388
Stenopora, Sil..... 816
Sternberger Kuchen, Olig. 1189
Stettiner Sand, Olig. 1187
Steyermärker Braunkohlenbecken 1202
Stibit, Dog. 1013
Stichtorf 195
Stickstoff i. d. Atm. 7, Wirken. 12
Stiffel i. Torf..... 200
Stigmaria, Dev. 831, Steink. 879
Stigmarien, Steink. .. 878
Stigmit. 463
Stilbit i. Basalt..... 543
Stiller Ocean..... .. 58
Stinkanhydrit, Zechst.. 922
Stinkgyps, Petr. 437, Zechst. 922
Stinkkalk, Petr. 445, Zechst. 918, Lias... 997

Seite

Stinkſteinbreccie, Petr. 606, Zechſt. 918
Stiperstones, Sil. .. 822
Stirnmoränen 240
Stöcke ... 370; 683; 696
Stonesfield - Slates, Dog. 1012; 1017
Stoßförmige Erdbeben 311
Strahlige Lagerung der Schichten 685
Strahlig-faſeriges Gefüge 388
Strahlſtein (Aktinolith) i. Geſt. 457; 458; 483; 748
Strahlſteinſchiefer 458
Strandbildungen, Strandgebilde 170, Dil. 1234
Strandformationen ... 720
Strandlinien 388
Strandmarſchen.. ... 172
Streichen der Schichten 691, der Gänge .. 707
Streichtorf 195
Streichungslinie 691
Streifung von Geſteinen durch Gletſcher 1221
Stringocephalenkalkſtein, Dev. 844
Stringocephalus 790, Dev. 836
Stromatopora, Dev. 833
Strombus, Neog. ...1199
Ströme 39; 42; 697
Stromgebiete 42
Strömungen im Oceane 67; 80, im ſüßen Waſſer... 83
Strontiancarbonat im Quellwaſſer 32, Entſt. aus Silicaten 36
Strophalosia, Zechſt. 932
Strophomena 789, Sil. 815
Structur der Geſteine ſ. Gefüge.
Stubenſand, Olig. ..1176
Stufenländer..... . 361
Sturzfluthen 76
Stylina, Muſchk. 956
Stylolithen, Muſchk.. 953
Subalpine Kalknagelfluh 616
Subappeninenformation 1209
Subpelagiſche Bildungen 170
Succinea, Dil. 1246

Seite

Succeſſoriſche Erdbeben 311
Südeocänformationen .1152
Südliches Meer 58
Sulfate, Bildung aus Schwefelmetallen u. Einfluß derſ. 12, Abſcheidung aus vulcan. Quellen 25, Bildg. an Vulcanen 297, Löslichkeit..... . 29
Sulfatſpathe 434
Sulfatwaſſer.. ..31; 32
Sümpfe..... 50; 52
Sumpferz 450
Sumpferze. ... 219; 220
Sumpfmooſe (Torfbildung)..... .. 192
Sumpfwieſenbildung.. 208
Süßwaſſereis.. .. . 431
Süßwaſſerkalk-Ablagerungen, Dil.... .. 1250
Süßwaſſerkalkſtein, Steink. 859, mittlerer, Olig. 1164, oberer. 1166
Süßwaſſermolaſſe, Olig. 1193, Neog..1203
Süßwaſſerquarz 469
Süßwaſſerſeen 47
Suturbrand.. 668
Syenit, Petr. 501, azoiſche Fl. 779, Grauwacke-Fl. 847, Steink..... 873
Syenitfindlinge 642
Syenitgneiß, Petr. 502, Laurent..... .. 745
Syenitgranit.....473; 502
Syenitiſcher Gneiß ... 483
Syenitporphyr. 505
Sylvin mit Steinſalz 432, Zechſt..... 923
Synastraea, Krde....1064
Syndosmya, Ol.... 1180
Synklinaler Schichtenbau.... 692
Synklinale Thäler.... 138
Syringopora, Sil. 816, Steink.... 881
Szybikerſalz, Tert. ...1119

T.

Tabulaten, Dev. 835, Steink..... 881
Tachhydrit mit Steinſalz 432, Zechſt. ... 923
Taeniodon, Keup.... 968

Seite

Taeniopteris, Keup. 967, Lias 998, Dog. 1013
Tafelberge 362
Tafelförmige Abſonderung 108; 105
Tafelgebirge..... 368
Tafel-Kammgebirge... 367
Tafelländer 362
Tafelſchiefer..... 595
Talk als Felsgthl. 382; 417, Granit 472; 474, Gneiß 483, Itakolumit 565; 457; 568; 749; 770
Talkgneiß, Petr. 483, Laurent 745
Talkſchiefer, Petr. 457, Laurent. 744, Huron. 767
Tally-Kalkſtein, Dev. 843
Tapanhoancanga... . 608
Tapir, Dil..... ...1260
Taxites, Ol. 1178
Taxocrinus, Dev.... 836
Taxodium, Eoc. 1157, Neog.....1201
Tegel, Petr. 655, Neog. 1116; 1198
Teichſchlamm..... 189
Tellina, Neog. 1199, Dil. 1228
Temperaturwechſel, Wirkungen... 393; 407
Tentaculiten..... 794
Tentaculitenſchiefer, Sil. 823
Tentaculites, Sil. .. 812
Teplitzer Becken, Neog. 1201
Terebellum, Eoc....1143
Terebra Ol. .... .1181
Terebratula 789, Dev. 836, Zechſt. 932, Trias 942, Buntſ. 949, Keup. 968, Muſchk. 956, Lias 999, Dog. 1014, weiß. Jura 1029, Krde. 1065, Neog..1198
Terebratulina, Ol..1179
Terebratulitenkalk, Muſchk. 954
Teredina i. Eoc....1149
Terraſſen am Meere 146, an ehemaligen Seen 169
Terraſſenländer 361
Tertiärformationen.1113
Teſchener Schichten, Krde.....1076

Seite

Teufelsfinger, s. Belemniten.
Teufelskutten 118
Teufelsmauer im Harz, Krde. 1096
Teufelspfennige, Dev.. 835
Textilarien i. d. Tiefsee 182
Textularia, Krde.... 1063
Thäler 372, Bildung derf. 133, anti-, syn- u. isoklinale 138
Thalgletscher 243
Thalseen 47
Thamnastraea, Muschk. 956
Thanetsand, Tert.... 1145
Theca, Sil. 812
Thecidium, Krde. 1065, Ol. 1179
Themsebecken, Eoc.... 1144
Thenardit mit Steinsalz 432
Thermen 24
Thiere, Zersetzung ... 189
Thon, eisenschüssiger 654, gemeiner 653, glimmeriger 655, plastischer 653, schiefernder..... 655
— Ablagerungen, Steink. 858, Zechst. 922, Muschk. 955, Keup. 965, Lias 996, Dog. 1011, weiß. Jura 1025, Krde. 1054, Tert. 1116, Dil. 1243
Thoneisenstein, Petr. 450, Keup. 965, Dog. 1013
Thonflötz, rothes, Buntf. 946
Thongallen i. Buntf. 619; 944
Thonglimmerschiefer .. 571
Thongyps..... 437; 601
Thonjaspis, Olig..... 1174
Thonige Conglomerate 611
Thonlager, rothes, Buntf. 950
Thonmergel..... 599; 658
Thonplatten, Muschk.. 961
Thonporphyr..... 492
Thonsand..... 648
Thonsandstein 621
Thonschiefer, Petr. 594; 608, Sil. 800, Dev. 825, Steink..... 855

Seite

Thonschieferconglomerat 608, Rothl..... 898
Thonschiefer-Grauwacke-Formationen 798
Thonschlacken, Neog... 1201
Thonstein 589
Thonsteinporphyr..... 491
Thonsubstanz..... 651
Thore.... 134; 365; 371
Thracische Stufe.... 1200
Thuites, Keup. 967
Thüringische Formation 891
Tides 74
Tiefländer 360
Tieflandsseen..... 47
Tiefseebildungen. 170; 180
Tiefseeurschleim. 182; 1107
Tigersandstein, Krde. .1053
Tiglatestone..... 626
Tilestone, Sil..... 822
Tilia. Neog..... 1203
Tinkal, Absatz in Seen 49
Tiphys, Neog..... 1207
Titaneisenerz i. Basaltiten 540, Diabasiten 554, Sand 649; 474; 523; 571
Titanit i. Gest. 383; 457; 503; 514; 517; 523; 545; 588
Titansand 649
Tobel..... 372
Tonalit 526
Tongrische Stufe, Tert. 1139; 1167
Tonnlägige Gänge... 707
Topas i. Gest. 382; 416; 474; 608, Dil. 1239
Töpferthon..... 653; 655
Topfstein 458
Torf 218; 672, eigentlicher 194, reifer 190; 194, unreifer 193, unterseeischer 201, Einschlüsse i. T. 196, Verschiedenheit des T. in demselben Lager 209, Umwandlung des T. in Kohle 218
Torfablagerungen, Dil. 1253
Tolfbildende Gewächse 191
Torfbildungen 188
Torf- u. Humuszeit .1111
Torferde 196
Torfgebilde 192
Torfhaide s. Erica.
Torfkohle...190; 194; 218
Torfkrume..... 659

Seite

Torflager, Entst.. 55; 200
Torfmoore (u. Moore) 51; 200—218, Alter 217, Aufschwellung 55; 194, Ausbrüche 57; 194, analog der Steinkohlenbildung 862, Bildungsverhältnisse 50; 200, Einschlüsse 196, Knochen 56; 219, Mächtigkeit 209, Nachwachsung 54; 217, Schichtung 209, Umwandlung in Land 52; 214, in Seen 52, Verbreitung 212, Dil. 1253, Al.... 1275
Torfpechkohle..... ... 195
Torfsubstanz 190; 192; 218
Torfzeit..... 1111
Tornatella, Ol. 1180
Tortona-Stufe, Tert.. 1141
Toska 586
Tourtia, Krde..... 1090
Toxaster, Krde..... 1064
Toxoceras, Krde.... 1070
Toxodioxylon, Ol... 1178
Trachocyathus, Eoc. 1160
Trachyderma, Sil.. 812
Trachyt, Petr. 507, quarzhaltiger 509, quarzloser 514, Grauwacke-Ff. 847, azoische Ff. 779, Steink. 873, Tert. 1120
Trachytausbrüche 308
— bimsstein 461
— breccie 592
— conglomerat..... 586
Trachyt filamenteuse 461
Trachytische Lava..... 301
Trachytischer Phonolith 517, Andesit 537
Trachytkegel..... 309
Trachytpechstein..463; 510
Trachytperlit..... 510
Trachytporphyr..... 509
Trachytsandstein..... 586
Trachyttuff 586
Tragos, weiß. Jura 1028
Trapp 530
Trappgranulit..... 489
Transversale Gliederung der Längengebirge 366, transversale Erdbeben 312

Seite
Transversale Schieferung ... 595
Traß ... 586
Travertin ... 444; 602
Treibhölzer ... 154
Treibströmungen ... 83
Trematosaurus, Buntf. 949
Trenton-Kalkstein, Sil. ... 823
Treppenförmige Felsabsonderung ... 105
Treppenförmige Verwerfung ... 689
Trias, alpine ... 979
— oceanische ... 941
— pelagische ... 941
Triasformationen ... 940
Trichite ... 385
Trichter ... 688
Tridymit i. Sanidintrachyt ... 515
Triebsand ... 646
Triftströmungen ... 83
Trigonellenschichten, alp. Trias ... 981
Trigonia, Muschk. 957, Dog. 1015, weiß. Jura 1030, Krde. 1077; 1083
Trigonodus, Muschk. 960
Trilobiten 795, Sil. 814; 816; 817, Dev. 837, Steink. ... 884
Trinkwasser ... 30
Trinucleus, Sil. 796; 816
Tripel, Krde. ... 1052
Tritonium, Ol. ... 1180
Trochiten, Muschk. ... 954
Trochitenkalk, Muschk. ... 954
Trochoceras, Sil. ... 817
Trochus, Sil. 817, Lias 999, Ol. 1181, Neog. ... 1199
Trümmer der Gänge ... 706
Trümmergesteine ... 576
Tschernoisjem ... 659
Tubicaulis, Rothl. ... 911
Tübingen, Sandstein von, Keup ... 970
Tuffe, hydropyrogene, i. Rothl. 897, neopyrogene 586, paläopyrogene 589, vulcanische, Entst. ... 290; 304
Tuffkegel ... 291; 289; 290
Tuffkreide ... 1058
Tuffstein ... 602; 586
Tundern ... 212; 1276
Seite
Turbinolia, Krde. 1064, Eoc. ... 1155
Turbo, Zechst. 932, Muschk. 960, alp. Trias 982, Lias 999, Ol. ... 1181
Turbonilla, Muschk. 958, Ol. ... 1181
Türkis i. Kieselschiefer. 466
Turmalin als Felsgthl. 382; 383; 416; 457; 465, Granit 473; 781; 483; 488; 567; 572; 748
Turmalinfels, Petr. 564, azoische Ff. ... 781
Turmalingranit ... 473
Turmalingranulit ... 489
Turon, Turonien ... 1090
Turrilites, Krde. ... 1070
Turritella, Muschk. 958, Eoc. 1143, Ol. 1181, Neog. ... 1198
Tutenkalk, Lias ... 997
Typha, torfbildend, 208, Ol. ... 1201
Typhis, Eoc. ... 1143
Typhonische Stöcke ... 696

U.

Uebergangsgebirge ... 798
Uebergänge der Gesteine 390; 409
Uebergreifende Schichtenlagerung ... 692
Ufer, Zerstörung durch das Meer ... 147
Ullmannia, Zechst. ... 934
Ulmin ... 190
Ulminsäure ... 396
Ulmus, Ol. 1178, Neog. 1201
Umbiegung der Schichten ... 685
Umbra ... 669
Umkippung der Schichten ... 685
Umknickung der Schichten ... 685
Umlaufender Schichtenbau ... 687; 689; 692
Umwandlung der Gesteine ... 398
Umwandlungsproceß d. Mineralien ... 400
Uncites, Dev. ... 836
Undulatorische Erdbeben 311
Ungeschichtete Gesteine. 694
Seite
Ungleichförmige Schichtenlagerung ... 692
Ungulitensandstein, Sil. 822
Unio, Steink. 884, Weald. 1036, Neog. 1203
Universelle Erdbeben ... 332
Unterer Sand, Etage, Tert. ... 1149
Unteroolith, Dog. ... 1020
Untergnader ... 1085
Unterseeische Wälder 149; 342, Braunkohlenbildung ... 1126
Unwesentliche Gemengtheile der Gesteine ... 383
Uralitporphyr ... 557
Urgneißformation ... 743
Urgonien ... 1080
Urgrünstein ... 561
Urkalk ... 442; 748; 770
Urocean ... 742
Urschieferformation ... 760
Urschiefergesteine, primitive, krystallinische 742
Ursus, Tert. 1134, Dil. ... 1258
Urt, Petr. 450, Bildung 219
Urthonschiefer, Petr. 519; 571, Huron ... 764
Urzustand der Erde 350; 673; 742
Utica-Schiefer, Sil. ... 823
Uurt s. Ortstein ... 219

V.

Vaccinium, Ol. ... 1178
Vaginatenkalkstein, Sil. 822
Valvata, weiß. Jura 1026, Dil. ... 1228
Variolit ... 556
Variolithisches Gefüge. 387
Venericardia, Eoc. 1143, Ol. ... 1179
Venus, Neog. ... 1198
Verästelungen der Massengesteine 695, der Gänge ... 706
Verde di corsica ... 561
Verdunstungsproceß, Bedeutung dess. ... 10; 70
Verfaulung von Thieren 189
Verglasung ... 391
Vergletscherung Europas i. d. Diluvialzeit ... 1213
Verkieselte Papierkohle. 669

Seite

Verkohlungsproceß ... 218
Vermoderung von Thieren und Pflanzen .. 189
Vermoorung von Wasserbecken... 51; 203
Verschiebung von Gesteinsmassen. 39
Verschiebungsthäler 138; 372
Verschlackung 392
Versteinerungskunde .. 2
Vertorfungsproceß ... 190
Verwerfer 707
Verwerfungen d. Schichten 689
Verwitterung 14; 393; 409
Verwitterungslehm, Dil. 1244
Verwitterungspotenzen, 393; 395
Verwitterungsproceß .. 393
Verwitterungsproducte 397
Verwitterungsschutt, Petr. 639, grober 639, feiner (Sand) 644
Verworren-faseriges Gefüge 388
Vesuvian i. Gest. 383, Hypersthenit 560, Urkalkstein 748
Villandraut, Süßwasserkalk von, Ol. 1167
Villars, marnes de, Krde. 1077
Vils, Kalkstein von, Dog. 1043
Virgloriakalke, alp. Trias 982
Virgula-Schichten, weiß. Jura 1039
Viridit i. d. Diabasiten. 554
Vitis, Neog. 1203
Vitriolescirung von Metallsulfiden. 12; 38
Vitriolthon 654
Vitrioltorf 196; 200
Viverren, Tert. 1134
Vivianit i. Torf 200
Vögel, foss., Trias 992, weiß. Jura 1027, Tert. 1134
Vogelaugenkalkstein, Sil. 823
Vogesensandstein, Petr. 612, Buntf. 945; 950
Voltzia, Buntf. 948, Keup. 967
Voltziensandstein, Buntf. 950
Voluta, Eoc. 1143, Ol. 1180

Seite

Vorgeschichtliche Vulcane 307
Vorhänge i. Kalkhöhlen 113
Vorketten 367

Vulcane 262—310, der geschichtlichen Zeit: Begriff 263, Thätigkeit 263, Vertheilung und Gruppirung 264, geograph. Verbreitung 267 (Vulcane Europas 268, Afrikas, Asias 272, Australiens, Polynesiens 274, Amerikas 275, Victorialands 277), Folgerungen aus derf. 278, Thätigkeitserscheinungen (äußere u. innere Thätigkeit) 293, Exhalationen 296, mineral. Eruptionsproducte 299
— erloschene, ruhende, schlafende, thätige 264; 293
— der vorgeschichtl. Zeit 307
Vulcanberge, Begriff 263, Beschr. 279, Bau u. Bestand 287, Größe u. Gestalt... 283
— einfache 279; 291, zusammengesetzte 286; 291
Vulcanenschutt, Bildung 290, Petr. 630; 634
Vulcangruppen .. 265; 267
Vulcaninseln 266; 356

Vulcanismus 262—352, sein Verhalten zum Wasser 250; 262; 265; 299, sein Einfluß auf den Erdrindebau 250; 296; 332; 684
Vulcanische Asche i. d. Atmosphäre 10; 11, Bildung 290—300, Petr. 636
— Blöcke, Petr. 635
— Bomben, Bildung 290—300; 304, Petr. 635
— Dämpfe... ... 296
— Erdbeben.... 314; 331
— Fladen..... 300
— Gesteine..... 676; 578
— Gläser 304
— Inseln..... 266; 356
— Quellen..... ... 25
— Ringwälle 285

Seite

Vulcanische Schlacken 300; 304
Vulcanischer Sand, Bildung 290 — 300, Petr. 635
— Tuff, Bildung.... 291
Vulcanite..... 676
Vulcankegel s. Vulcanberge.
Vulcanreihen.... 265; 267
Vulsella, Olig. 1179

W.

Wackelsteine 478
Wälder, unterseeische 149; 342, Braunkohlenbildung 1126
Walchia, Rothl. 910
Walkerde, Petr. 653, Dog. 1011
Wallriffe 185
Warme Quellen 21

Wasser, Kreislauf 15, seine Ansammlungen: Quellen 16, Flüsse 39, Seen 44, Meer 58, Geol. Thätigkeit im Allgemeinen 83: a. Absorptionsvermögen 29; 44, Auflösungsvermögen und umbildende (chemische) Wirkungen des reinen W. §§. 8; 14; 15; 123; 329, S. 43; 86; 109, des W. mit Sauerstoff- u. Kohlensäuregehalt S. 86; 111; 329, §§. 8; 15; 123, des Salze gelöst enthaltenden W. 39; 86; 396, Wirkungen d. atmosphär. Wasserdunstes 14; 85; 251, b. Mechanische Thätigkeit des W. in Dampfform (Vulcanismus) 85; 250; 262 ff., die schlämmende 30; 44; 157; 252, erodirende, transportirende und wiederabsetzende (landbildende) Thätigkeit des fläss.

Seite

W. 87 ff.; 252, Schöpfungen des W. im starren Zustande 229 ff.; 85; 89; 123 — Rückblick auf seine Schöpfungen 249—256, Uebersicht seiner Schöpfungen in geschichtlicher u. vorgeschichtlicher Zeit.. 257 — weiches und hartes 31, saures 31, kohlensaures, kieselsaures, 31, schlammfreies u. schlammhaltiges.... 30
Wasserdampf i. d. Atm. 7; 85, aus Vulcanen 296
Wasserdunst i. d. Atm., geol. Bed. 14; 85
Wassereis..... 431
Wassereisblöcke 1225
Wasserfälle, Schöpfungen derf..... 125
Wassergas i. d. Atm.. 7
Wassergräser (Torfbildung)..... 52; 208
Wasserhülle des Erdkörpers..... 15
Wassermoose (Torfbildung) 51; 203; 192, (Raseneisenbildung). 223
Wasserpflanzen, schwimmende (Torfbildung) 208
Wasserrisse 92; 283; 292; 1283
Wasserscheiden... 134; 346
Wasserschluchten 92
Wasserstoff von Vulcanen exhalirt 296
Watten..... 171
Wawellit i. Kieselschiefer..... 466
Wealdclay, Krde....1077
Wealdenformation 1034, untere 1036, obere.....1074
Weißbleierz, Steink... 874
Weiße Juraformation.....1022
Weißliegendes, Petr. 613, Zechst. 915
Weißstein..... 488
Wellen im Meere.... 70
Wellenbewegungen des Oceans..... 69
Wellendolomit, Buntf. 946; 950, Muschk. 954; 960

Seite

Wellenförmige Biegung der Schichten..... 687
Wellenförmige Erdbeben..... 311
Wellenfurchen. 681
Wellengebirge..... 368
Wellenkalk, Muschk. 952; 959
Wellenländer..... 361
Wengener Schichten, alp. Trias..... 981
Wenlock-Gruppe, Sil..... 822
Werfener Schichten, alp. Trias..... 982
Wesenberg-Schicht, Sil. 822
Wesentliche Gemengtheile der Gesteine.. 381
Wettersteinkalke, alp. Trias..... 984
Wetzschiefer, Petr. 395, Sil..... 801
Wieliczka 1119
Wiener Becken.....1197
Wiener Sandstein, Krde.....1076
Wieseneisenerz....450; 219
Wiesenmergel i. Torf. 200
Wiesenmoore 193; 205; 207; 213
Wiesentorf..... 193
Wilde Erde, Olig. ...1186
Wind s. Luftströmungen.
Wirbelthiere i. Torf.. 198
Wismuterze i. d. azoischen Ff..... 782
Wismutglanz, Zechst.. 917
Wissenbacher Schiefer, Dev..... 844
Wolframit i. Granit.. 474
Wollastonit i. Urkalkstein..... 748
Wollgräser (Torfbildung) 192; §. 62.
Wollsackähnliche Absonderung..... 108
Woolwich-Series, Tert. 1145
Wulstenbildung..... 681
Würfelförmige Absonderung..... 106

X.

Xenacanthus, Steink. 884, Rothl. 911
Xiphodon, Tert. ...1134
Xylolith..... 468

Seite

Y.

Yellow limestone, upper, Zechst.... 929
Yellow sandstone, Steink. 859

Z.

Zamites, Keup. 967, Lias 998, Dog.....1014
Zechstein, Zechst..... 917
Zechsteindolomit, Zechst. 919
Zechsteinformation.. 914
Zechsteinkalk, Zechst... 917
Zeichnenschiefer, Petr. 595, Sil..... 800
Zeitalter, geologische, Begriff 730, tabellar. Uebers. derf..... 733
Zenithfluth..... 76
Zeolithe, Zersetzung 400, Phonolith 517, Melaphyr 532, Basaltite 543; 544; 557; 568; 585
Zerdrücken der Gänge 706
Zerschlagen der Gänge 706
Zersetzung der Gesteine 398 — von Thieren und Pflanzen..... ... 189
Ziegelthon, Olig.....1176
Zinkblende i. Gest. 437; 597 — Laurent. 753, Huron. 772, Sil. 806, Dev. 828, Steink. 863; 874, Zechst. 917, Muschk. 955, Lias..... 998
Zinkerze i. d. azoischen Ff. 782, Muschk.... 955
Zinkoxyd i. Kalkstein.. 749
Zinkvitriol i. Flußwasser 43
Zinnerz, Zinnstein i. Gest. 383; 465; 473; 565; 748 — Laurent. 753, Huron. 772, Grauwacke-Ff. 853, Dil. 1241
Zinngranit..... .. 473
Zinnober i. Eisenspathfels 448, Sil..... 806
Zirkon i. Gest. 382; 416; 474; 483; 502; 544; 546, Dil. 1239
Zirkonsyenit... 502
Zizyphus, Eoc. 1158, Ol. 1178, Neog....1201

	Seite
Zoantharien, paläoz. Ff. 786, Sil. 816, Dev. 834, Steink.	881
Zobtenfels	561
Zonen s. Ablagerungszonen.	
Zonengebirge	367
Zoogene Inseln	356
Zoogenite	660
Zoologie als Hülfswissenschaft	2
Zostera, Weald.	1036
Zufällige Felsgemengtheile	383
Zusammenbruchsgebilde	92
Zusammengesetzte Gänge	698
— Kammgebirge	367
Zusammengesetzte Massengebirge	369
Zusammengesetzte Vulcanberge	286; 291
Zusammenschaaren der Gänge	706
Zweihufer, Tert. 1134, Dil.	1259

Druckfehler-Verzeichniß.

Seite	Zeile		muß es heißen
32	11	von unten	SO^3 NaO statt: CO^2 NaO.
58	1	„ oben	2. Das Meer statt: 3. Das Meer.
106	17	„ „	Parallelepipedon statt: Parallelopipedon.
147	—	— —	Fig. 49 (Flußterrassen) sollte auf Seite 169 stehen.
182	12	von unten	Gaillonella statt: Gallionella.
226	1	„ oben	Veranschaulichung statt: Veranschauligung.
482	4	„ unten	Cornubianit statt: Cornubiat.
515	2	„ „	Nordinsel statt: Nordinse.
571	17	„ „	Clay-Slate statt: State.
572	11	„ oben	seiner statt: ihrer.
784	23	„ „	bespülten statt: bespühlten.
795	4	„ „	Trilobiten statt: Triboliten.
816	10	„ „	Cheirurus statt: Chairurus.
833	16	„ unten	Macrocheilus statt: Macrochilus.
833	27	„ „	Rhynchonella statt: Rhyngonella.
837	4	„ „	Homalonotus statt: Homanolotus.
855	5	„ „	Kieselschiefergebilden statt: Kieferschiefergebilden.
885	13	„ oben	Alle statt: Als.
929	25	„ „	Middle statt: Mittle.
932	3	„ unten	Avicula statt: Avicularia.
953	9	„ oben	Schaumkalk statt: Schlammkalk.
957	6	„ „	Rhynchonella statt: Rhyngonella.
992	12	„ unten	Otozoum statt: Otozodium.
1010	11	„ oben	callovien statt: calovien.
1014	8	„ unten	Brachiopoden statt: Gasteropoden.

LANE MEDICAL LIBRARY

To avoid fine, this book should be returned on or before the date last stamped below.

OV 3 2003

Q
158
L65
v.3
pt.2
1876
LANE
HIST